

# ქიმია

სახელმძღვანელო



# 10





# Azərbaycan Respublikasının Dövlət Himni

*Musiqisi Üzeyir Hacıbəylinin,  
sözləri Əhməd Cavadındır.*

Azərbaycan! Azərbaycan!  
Ey qəhrəman övladın şanlı Vətəni!  
Səndən ötrü can verməyə cümlə hazırız!  
Səndən ötrü qan tökməyə cümlə qadiriz!  
Üçrəngli bayrağınla məsud yaşa!  
Minlərlə can qurban oldu!  
Sinən hər bə meydan oldu!  
Hüququndan keçən əsgər,  
Hərə bir qəhrəman oldu!

Sən olasan gülüstan,  
Sənə hər an can qurban!  
Sənə min bir məhəbbət  
Sinəmdə tutmuş məkan!

Namusunu hifz etməyə,  
Bayrağını yüksəltməyə  
Cümlə gənclər müştəqdir!  
Şanlı Vətən! Şanlı Vətən!  
Azərbaycan! Azərbaycan!





## **ჰეიდარ ალიევი**

**აზერბაიჯანელი ხალხის საერთო ეროვნული ლიდერი**



საჰილ ჰემიდოვი  
ფეთელი ჰუსეინოვი  
ელმად აბდულაევი

# ქიშია

## 10

ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლების  
მე-10 კლასისათვის ქიშის სავნის  
სახელმძღვანელო

გთხოვთ სახელმძღვანელოსთან დაკავშირებული თქვენი  
გამონმარება, შენიშვნები და წინადადებები გამოაგზავნოთ  
[info@eastwest.az](mailto:info@eastwest.az) და [derslik@edu.gov.az](mailto:derslik@edu.gov.az) ელექტრონულ მისამართებზე.  
წინასწარ მადლობას მოგახსენებთ ჩვენთან თანამშრომლობისათვის!



ŞƏRQ-QƏRB  
BAKİ 2017



# სარჩევი

## I განყოფილება

### ოქსიდების, ფუძეების, მჟავებისა და მარილების აგებულება

თემა 1.1. ოქსიდების აგებულება .....	7
თემა 1.2. მჟავებისა და ფუძეების აგებულება .....	13
თემა 1.3. მჟავებისა და ფუძეების აგებულების ზემოქმედება მათ თვისებებზე .....	17
თემა 1.4. მარილების აგებულება. მარილების აგებულების ზემოქმედება მათ თვისებებზე .....	23

## II განყოფილება

### ნაჯერი ალიფატური ნახშირწყალბადები.

თემა 2.1. ალკანების ჰომოლოგიური რიგი, მოლეკულების ელექტრონული და სტრუქტურული ფორმულა. ....	30
თემა 2.2. ალკანების მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა .....	34
თემა 2.3. ალკანების იზომერია .....	39
თემა 2.4. ალკანების დასახელება .....	45
თემა 2.5. ალკანების ბუნებაში მოპოვება და მიღება.....	51
თემა 2.6. ალკანების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები .....	56
პრაქტიკული სამუშაო № 1: ნახშირწყალბადების ხარისხის შედგენილობის განსაზღვრა.....	65

## III განყოფილება

### უჯერი ალიფატური ნახშირწყალბადები

თემა 3.1. ალკენების ჰომოლოგიური რიგი, მოლეკულების ელექტრონული და სტრუქტურული ფორმულა .....	67
თემა 3.2. ალკენების მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა .....	70
თემა 3.3. ალკენების დასახელება .....	75
თემა 3.4. ალკენების იზომერია .....	80
თემა 3.5. ალკენების მიღება.....	86
თემა 3.6. ალკენების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები.....	91
თემა 3.7. ალკადიენების ჰომოლოგიური რიგი, სტრუქტურული ფორმულები და მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა .....	102
თემა 3.8. ალკადიენების დასახელება და იზომერია .....	106
თემა 3.9. ალკადიენების მიღება და ფიზიკური თვისებები .....	111
თემა 3.10. ალკადიენების ქიმიური თვისებები .....	115
თემა 3.11. ალკინების ჰომოლოგიური რიგი, სტრუქტურული ფორმულები და მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა .....	122

თემა 3.12. ალკინების დასახელება და იზომერია .....	125
თემა 3.13. ალკინების მიღება და ფიზიკური თვისებები. ....	130
თემა 3.14. ალკინების ქიმიური თვისებები .....	133
<b>პრაქტიკული სამუშაო № 2: კაუჩუკისა და რეზინის ქიმიური შემადგენლობის შესწავლა.....</b>	<b>140</b>

## **IV განყოფილება**

### **ციკლური ნახშირწყალბადები.**

თემა 4.1. ციკლოალკანების ჰომოლოგიური რიგი, სტრუქტურული ფორმულები და მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა .....	142
თემა 4.2. ციკლოალკანების დასახელება და იზომერია .....	146
თემა 4.3. ციკლოალკანების მიღება და ფიზიკური თვისებები.....	151
თემა 4.4. ციკლოალკანების ქიმიური თვისებები.....	155
თემა 4.5. არომატული ნახშირწყალბადები. ბენზოლის მოლეკულის სივრცითი აღნაგობა .....	160
თემა 4.6. არენების ჰომოლოგიური რიგი, დასახელება და იზომერია .....	164
თემა 4.7. არენების მიღება და ფიზიკური თვისებები.....	168
თემა 4.8. არენების ქიმიური თვისებები .....	173
თემა 4.9. სტიროლი .....	178
<b>პრაქტიკული სამუშაო № 3: ბენზოლის მიღება და თვისებები. ....</b>	<b>182</b>

## **V განყოფილება**

### **ნახშირწყალბადების ბუნებრივი წყაროები**

თემა 5.1. ნახშირწყალბადების ბუნებრივ წყაროების შესახებ ზოგადი ცნობები .....	184
თემა 5.2. ნავთობი და მისი პირველადი გადამუშავება .....	186
თემა 5.3. ნავთობპროდუქტების მეორეული გადამუშავება.....	190
თემა 5.4. ნავთობპროდუქტების ხარისხი და გამოყენება .....	193
თემა 5.5. ქვანახშირი და მისი გადამუშავება.....	195
 ტერმინები და ქიმიური ცნებები.....	 197



# I ბანყოფილება

## ოქსიდების, ფთხაფბის, მჟაფბის და მარილების აფბულება

- თემა 1.1. ოქსიდების აგბულება
- თემა 1.2. მჟაფებისა და ფუბების აგბულება
- თემა 1.3. მჟაფებისა და ფუბების აგბულების ზემოქმეება მათ თვისებებზე
- თემა 1.4. მარილების აგბულება. მარილების აგბულების ზემოქმეება მათ თვისებებზე.



### თემა 1.1. ოქსიდების აგებულება



შესაძლებელია თუ არა ნივთიერებების ქიმიური ფორმულების საფუძველზე მათ მოლეკულებში არსებული ატომების შეერთების თანამდევრობის დადგენა?

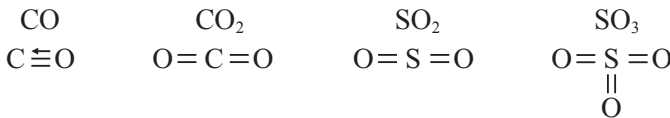
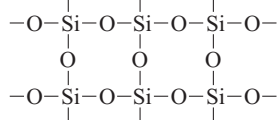
როგორი თანამდევრობით უკავშირდებიან ატომები  $CO_2$ ,  $SO_3$ ,  $P_2O_5$  მოლეკულებში?  
რას უნდა მიეჭყეს ყურადღება ატომების ერთმანეთთან შეერთებისას?

არამეტალების მიერ წარმოქმნილი ოქსიდები, ძირითადად, მოლეკულური აგებულებისაა. ამ მიზეზის გამო მათ ახასიათებთ დაბალი ლღობისა და დუღილის ტემპერატურა. არამეტალების მიერ წარმოქმნილი ოქსიდები ჩვეულებრივ პირობებში, ძირითადად, აირი, სითხე ან ადვილად ლღობადი მყარი ნივთიერებებია. მათი მოლეკულების, აგებულების ფორმულის დაწერისას, ჟანგბადის ატომები ოქსიდის წარმოქმნელ არამეტალის ატომს, ვალენტობის შესაბამისი ზმის რაოდენობით უკავშირდება.

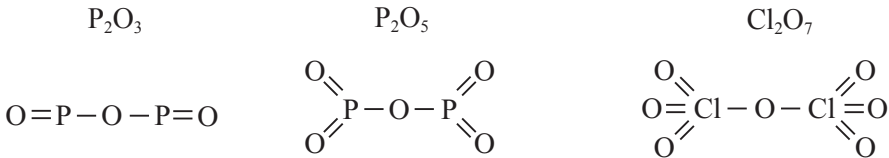


#### გავისწავლოთ

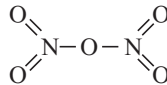
სილიციუმის დიოქსიდი არა მოლეკულური აგებულების (მყარ მდგომარეობაში კრისტალური მესერი ატომურია) ნივთიერებაა. მისი აგებულება გამოისახება შემდეგნაირად:



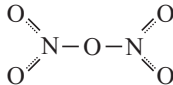
თუ ოქსიდის მოლეკულაში ოქსიდის წარმოქმნელი არამეტალის ორი ატომია, მაშინ ეს ატომები ერთმანეთს უკავშირდებიან ჟანგბადის ატომის საშუალებით. მაგალითად, შევადგინოთ ფოსფორის ოქსიდის (უბრალო ფორმულის საფუძველზე) და დიქლორ-ჰექსაოქსიდის ფორმულები.



აზოტის ოქსიდების ფორმულები არ იწერება შესაბამისი წესების საფუძველზე. მაგალითად, ამ წესების საფუძველზე  $N_2O_5$ -სათვის უნდა ჩაისწროს ქვემოთ მოცემული აგებულების ფორმულა.



აზოტი ნაერთებში არ არის V ვალენტეიანი, ამიტომ ეს აგებულების ფორმულა არასწორია. რადგან  $N_2O_5$  მოლეკულაში ყოველ აზოტის ატომსა და ჟანგბადის ატომებს შორის 2 πბმა კი არა, არამედ ერთ აზოტსა და ორ ჟანგბადის ატომს შორის დელოკალიზებული ბმა წარმოიქმნება და მოლეკულის აგებულების ფორმულა ქვემოთ მოცემული სახის იქნება:



$N_2O_5$ -ში აზოტის ვალენტობა IV, ჟანგის ხარისხი კი +5-ია.

**საქმიანობა**

ნივთიერებების CO<sub>2</sub> და SO<sub>2</sub> შედგენილობა მსგავსია (XO<sub>2</sub>). მათი სტრუქტურული ფორმულებიც მსგავსი შედგენილობისაა.



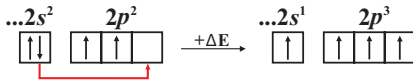
მაგრამ მათი მოლეკულების სივრცითი აღნაგობის ამსახველი ბურთულდეროვანი მოდელები განსხვავდება ერთი მეორისაგან.



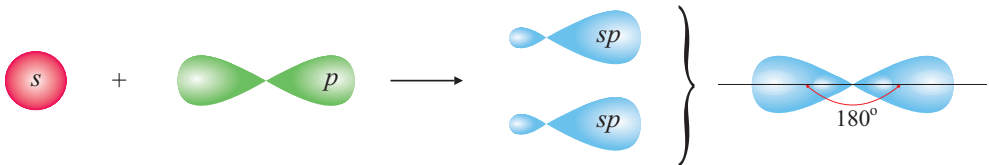
*როგორ შეიძლება აიხსნას CO<sub>2</sub> და SO<sub>2</sub>-ის მოლეკულების აგებულებაში არსებული განსხვავება? როგორ შეიძლება დაფაგვშიროთ ეს განსხვავება ნახშირბადისა და გოგირდის ატომების ელექტრონულ აგებულებასთან?*

მოლეკულის გეომეტრიული ფორმა დამოკიდებულია ატომის ელექტრონული ორბიტალის სივრცით მიმართულებაზე. დავაკვირდეთ მოლეკულების წარმოქმნას ნივთიერებების CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> და SO<sub>3</sub>-ის მაგალითზე.

CO<sub>2</sub> მოლეკულის წარმოქმნის დროს ნახშირბადის ატომი აღზნებულია.



აღზნებული ნახშირბადის ატომის გარე შრეზე ელექტრონების წარმოქმნილი ორბიტალებიდან ერთი s და ერთი p ორბიტალის ჰიბრიდიზაციის შედეგად ორი sp ჰიბრიდული ორბიტალი წარმოიქმნება. ეს ორბიტალები სივრცეში განლაგდებიან იმ მიმართულებით (წრფივი ფორმით), რომელთა შორის კუთხე 180°-ია.

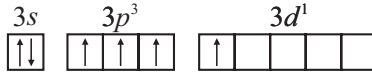


ჰიბრიდული ორბიტალები ჟანგბადის ატომების p ორბიტალებით გადაიფარება და ორ σ-ბმას წარმოქმნის. ჰიბრიდიზაციის გარეთ დარჩენილი ორი p ორბიტალი კი, ჟანგბადის ატომების სხვა p ორბიტალების მიერ გადაიფარება და ორ π-ბმას წარმოქმნის. მოლეკულის ელექტრონული ფორმულის ბურთულდეროვანი მოდელი ქვემოთ მოცემული სახისაა.

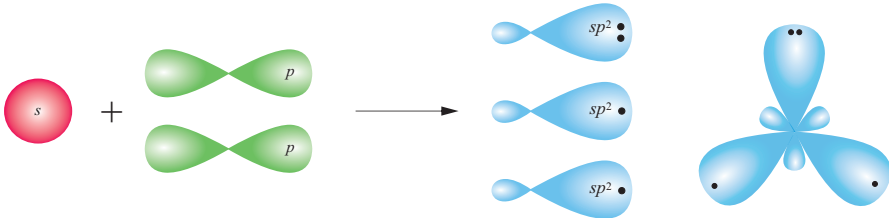
CO <sub>2</sub> -ის ელექტრონული ფორმულა	CO <sub>2</sub> -ის ბურთულდეროვანი მოდელი
:Ö: :: Ö:	

როგორც ვხედავთ, sp ჰიბრიდების ორბიტალების სივრცეში მიმართულების შესაბამისად CO<sub>2</sub>-ის მოლეკულა *წრფივი აგებულებისაა*. მოლეკულების ჰიბრიდულ ორბიტალებს შორის, როდესაც კუთხეები სწორია, მოლეკულა *სიმეტრიული მოლეკულაა ხდება*. CO<sub>2</sub> რადგან სიმეტრიული მოლეკულაა, არა პოლარულია.

SO<sub>2</sub> მოლეკულის წარმოქმნისას გოგირდის ატომს აქვს ქვემოთ მოცემული ელექტრონული ფორმულა.

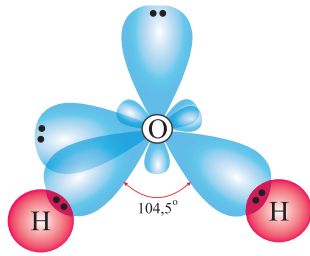


გოგირდის ატომების გარე შრეში არსებული ელექტრონების მიერ წარმოქმნილი ორბიტალებიდან ერთი *s* და ორი *p* ორბიტალების ჰიბრიდიზაციით წარმოიქმნება სამი *sp*<sup>2</sup> ჰიბრიდული ორბიტალი. მაგრამ წარმოქმნილი ელექტრონული ორბიტალებიდან ორში საზიარო, ერთში კი განუყოფელი ელექტრონული წყვილები არის.

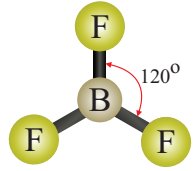


**გაგისხენით**

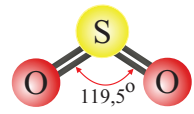
წყლის მოლეკულაში არსებული ჟანგბადის ატომი *sp*<sup>3</sup> ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია. მისი ოთხი *sp*<sup>3</sup> ორბიტალებიდან ორი საზიარო, ორი კი განუყოფელი ელექტრონული წყვილებია. ისინი ერთ-მანეთისა და მესობელი საზიარო ელექტრონული წყვილების უფრო დიდი ძალით განზიდვის ვაშო ვალენტობის კუთხის შედარებით შემცირების მიზეზი ხდება.



გოგირდის ატომი საზიარო ელექტრონების მქონე ორბიტალების ხარჯზე ჟანგბადის ატომებთან ორ σ ბმას, ჰიბრიდიზაციის გარეთ დარჩენილი ორი ორბიტალის (ერთი *p* და ერთი *d*) ხარჯზე კი ჟანგბადის ატომების სხვა *p* ორბიტალებთან ორ π ბმას წარმოქმნის. როგორც წყლის მოლეკულაში, რადგანაც განუყოფელი ელექტრონული წყვილის მქონე ჰიბრიდის ორბიტალებს სხვა ჰიბრიდის ორბიტალები უფრო დიდი ძალით განიზიდავენ, ამიტომაც ვალენტობის კუთხე მცირდება და როგორც BF<sub>3</sub> მოლეკულაში (BF<sub>3</sub>-ში ბორის ატომი *sp*<sup>2</sup> ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია) 120° კი არა, 119,5-ია.



BF<sub>3</sub> მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდეალი

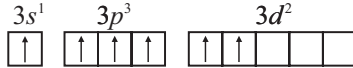


SO<sub>2</sub> მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდეალი

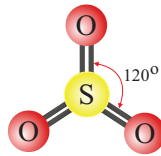
თუ მოლეკულაში ჰიბრიდულ ორბიტალებს შორის არსებული კუთხეები ტოლი არ არის, მაშინ მოლეკულა *აქნება არასიმეტრიული მოლეკულა*. რადგანაც არასიმეტრიულ მოლეკულაში ელექტრონული სიმჭიდროვე ნაწილდება არათანაბრად, ამიტომაც მოლეკულა პოლარული მოლეკულაა, რადგანაც SO<sub>2</sub> არასიმეტრიული მოლეკულაა, ამიტომაც პოლარულია.



SO<sub>3</sub> მოლეკულის წარმოქმნისას გოგირდის ატომს აქვს ქვემოთ მოცემული ელექტრონული ფორმულა.



გოგირდის ატომის გარე შრეზე არსებული ელექტრონების მიერ წარმოქმნილი ორბიტალებიდან ერთი s და ორი p ორბიტალების ჰიბრიდიზაციით წარმოიქმნება სამი sp<sup>2</sup> ჰიბრიდული ორბიტალი. ამ ორბიტალებიდან არც ერთს არა აქვს განუყოფელი ელექტრონული წყვილი. გოგირდის ატომი ამ ორბიტალების ხარჯზე ჟანგბადის ატომებთან სამ ო ბმას, ჰიბრიდიზაციაში გარეთ დარჩენილი სამი ორბიტალის (ერთი p და ორი d) ხარჯზე კი ჟანგბადის ატომების დანარჩენ p ორბიტალებთან სამ π ბმას წარმოქმნის. ჰიბრიდულ ორბიტალებს შორის კუთხე ისე როგორც BF<sub>3</sub> მოლეკულაში, 120°-ია.



SO<sub>3</sub> მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდელი

SO<sub>2</sub> მოლეკულისაგან განსხვავებით SO<sub>3</sub> მოლეკულაში განუყოფელი ელექტრონული წყვილები არ არის. ამის გამო SO<sub>3</sub> მოლეკულა სიმეტრიული და არაპოლარულია.

მეტალების წარმოქმნილი ოქსიდები არამოლეკულური აღნაგობისაა. ამიტომაც მათ უმეტესი არამეტალების წარმოქმნილი ოქსიდებისაგან განსხვავებით მაღალი ლღობისა და დუდილის ტემპერატურა აქვთ. მეტალის ოქსიდების უმრავლესობა ჩვეულებრივ პირობებში მყარი ნივთიერებებია. ამ ოქსიდებისათვისაც, როგორც წესი არამეტალის ოქსიდებისათვის დადგენილი წესით იწერება აგებულების ფორმულები. მაგალითად, კალიუმის, კალციუმისა და ალუმინის ოქსიდებისათვის შეიძლება დაიწეროს ქვემოთ მოცემული აგებულების ფორმულები.



**რა ასწავლეთ?**

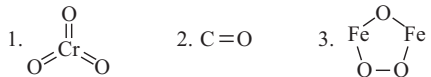
რადგანაც CO<sub>2</sub> მოლეკულაში ნახშირბადის ატომი .....მდგომარეობაშია, ამიტომაც ვალენტობის კუთხე 180°-ია და მისი მოლეკულა... -ია.

SO<sub>2</sub> მოლეკულაში გოგირდის ატომი.....მდგომარეობაშია. მისი მოლეკულა კუთხური აგებულებისაა, რადგანაც მოლეკულაში ელექტრონული სიმჭიდროვე არათანაბრად ნაწილდება, ამიტომაც.....მოლეკულაა.

sp<sup>2</sup> ჰიბრიდი; sp ჰიბრიდი; პოლარული; არაპოლარული.

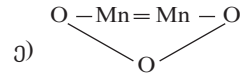
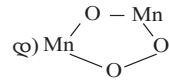
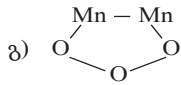
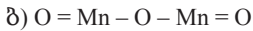
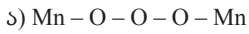
**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

1 რომელი ოქსიდების აგებულების ფორმულა სწორედ არის მოცემული?



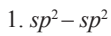
- ა) მხოლოდ 1      ბ) მხოლოდ 2      გ) მხოლოდ 3      დ) 1, 2      ე) 2, 3

2 რომელ შემთხვევაშია სწორედ მოცემული  $Mn_2O_3$ -ის აგებულების ფორმულა?



3 მიუხედავად  $CO_2$ -ისა და  $SiO_2$ -ის შედგენილობის მსგავსებისა, რატომ არის  $CO_2$  ჩვეულებრივ პირობებში აირი, ხოლო  $SiO_2$  კი მაღალ ტემპერატურაზე ლღობადი მყარი ნივთიერება?

4 რომელი ორბიტალების გადაფარვით მიღებული ქიმიური ბმები არსებობს  $SO_3$  მოლეკულაში?



ა) 1, 3, 5

ბ) 1, 4, 6

გ) 2, 3, 5

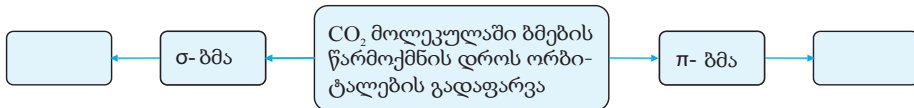
დ) 1, 3, 6

ე) 2, 3, 4

5 განსაზღვრეთ  $\sigma$ -ბმების რაოდენობა დიქლორჰექსაფტაოქსიდის მოლეკულაში.

6 განსაზღვრეთ x, თუ ცნობილია, რომ  $Cl_2O_x$  მოლეკულაში  $\sigma$ -ბმების რაოდენობაა 6 და შეადგინეთ ოქსიდის აგებულების ფორმულა.

7 შეავსეთ სქემა.



8 განსაზღვრეთ შესაბამისობა.

*ოქსიდი*

*π-ბმების რაოდენობა მოლეკულაში*

1.  $P_2O_5$

ა. 1

2.  $CrO_3$

ბ. 4

3.  $Na_2O$

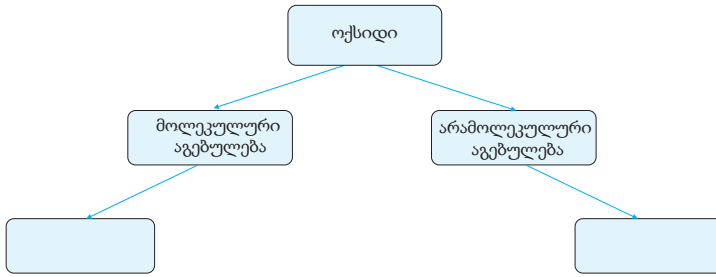
გ. 0

დ. 3

ე. 2

9 შეადგინეთ მაგნიუმის (VII) ოქსიდის აგებულების ფორმულა.

10 ოქსიდები ჩაწერეთ სქემის შესაბამის ცარიელ უჯრებში.



1. CO<sub>2</sub>    2. CaO    3. SiO<sub>2</sub>    4. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>    5. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>    6. SO<sub>3</sub>

11 შეადარეთ SO<sub>2</sub> და H<sub>2</sub>O მოლეკულების აგებულება. რა მსგავსი და განსხვავებული თვისებები აქვთ ამ მოლეკულებს?

12 შეადარეთ ტყვიის (IV) ოქსიდისა და (PbO<sub>2</sub>) და ბარიუმ - პეროქსიდის (BaO<sub>2</sub>) აგებულების ფორმულებისაგან?



საშინაო დაფალება

შეავსეთ ცხრილი და შეაჯამეთ ოქსიდების მნიშვნელოვანი ქიმიური თვისებების შესახებ ცნობები.

რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებები		რეაქციის მიმდინარეობის პირობა (რეაქცია რა შემთხვევაში და რა პირობებში მიმდინარეობს?)	ნიშუში
ფუძე ოქსიდი	წყალი		
მჟავა ოქსიდი	წყალი		
ფუძე ოქსიდი	მჟავა ოქსიდი		
ფუძე ოქსიდი	მჟავა		
მჟავა ოქსიდი	ფუძე		
ამფოტერული ოქსიდი	ფუძე		
ამფოტერული ოქსიდი	მჟავა		



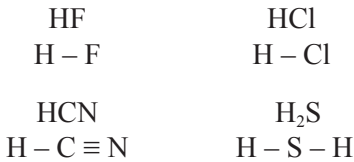
## თემა 1.2. მჟავებისა და ფუძეების აგებულება



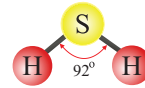
როგორც მე-8 კლასიდან იცით არაორგანული ჟანგბადიანი მჟავების მოლეკულაში კოვალენტური ბმების რაოდენობა მჟავის წარმომქმნელ ელემენტის ვალენტობისა და მჟავის ფუძიანობის ჯამის ტოლია. მაგალითად,  $H_2SO_4$ -ში გოგირდის ვალენტობა VI, მჟავა კი ორფუძიანია. ე.ი. კოვალენტური ბმების რაოდენობაა  $6+2=8$

*როგორ შეიძლება აიხსნას მჟავების აგებულებით ვალენტობის წესი?*

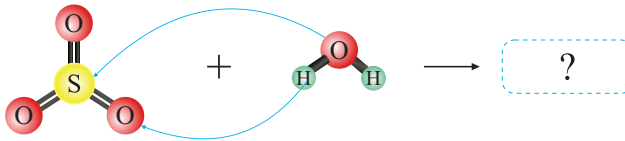
მჟავები, ფუძეები მოლეკულური აგებულების ნივთიერებებია. უჟანგბადო მჟავების მოლეკულური აგებულების ფორმულების დაწერისას წყალბადის ატომები პირდაპირ უერთდება მჟავის წარმომქმნელ არალითონის ატომს.



*$H_2S$  მოლეკულაში ბმის კუთხე  $92^\circ$ -ია, მოლეკულა პოლარულია, რადგან არა სიმეტრიულია.*

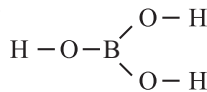


### საქმიანობა

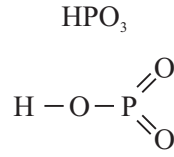
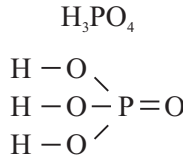
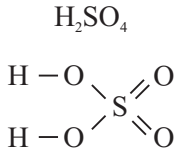


რეაქციის პირობითი სქემის საფუძველზე დაწერეთ გოგირდმჟავას აგებულება.  
*იმავ შემთხვევაში  $P_2O_5 + 2H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$  რეაქციის მექანიზმის მოდელირებით ჩაწერეთ პირობითი მჟავისა და ფუძეების აგებულება.*  
*შეადგინეთ წესები მჟავებისა და ფუძეების აგებულების ჩასაწერად.*

ჟანგბადიანი მჟავის მოლეკულური აგებულების ფორმულის დაწერისას, ყოველ წყალბადის ატომს ჟანგბადის ატომს, იმას კი თავის მხრივ მჟავის წარმომქმნელ ატომს მიუერთებენ. მაგალითად ბორმჟავის ( $H_3BO_3$ ) აგებულება შეიძლება წარმოვიდგინოთ ქვემოთ მოცემული სახით.



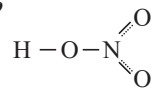
არაორგანული მჟავის მოლეკულაში ჟანგბადის ატომების რაოდენობა თუ მეტია წყალბადის ატომების რაოდენობაზე, მაშინ ზედმეტი ჟანგბადის ატომები ორმაგი ბმით მიუერთდება მჟავის წარმომქმნელ ატომთან ( $H_3PO_3$  და  $H_3PO_2$  გამონაკლისია).



არაორგანული მჟავების მოლეკულაში, თუმისი წარმომქმნელი ელემენტის ორი ატომია, ეს ატომები ერთმანეთს უერთდებიან ჟანგბადის ატომების საშუალებით, შემდეგ კი თითოეული მჟავის წარმომქმნელი ატომი უერთდება შესაბამისი რაოდენობის სხვა ჟანგბადის ატომებს და OH ჯგუფებს. მაგალითად, პიროფოსფორმჟავის აგებულების შედგენა ხდება ქვემოთ მოცემული სახით.



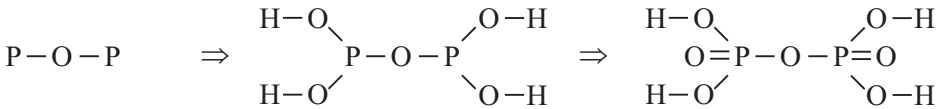
აზოტმჟავის მოლეკულაში, როგორც  $\text{N}_2\text{O}_5$ -ში ერთ აზოტსა და ორ ჟანგბადის ატომს შორის სამცენტრიანი დელოკალიზირებული ბმა წარმოიქმნება და მოლეკულური აგებულების ფორმულას ეწეება ასეთი სახე:



მჟავის მოლეკულაში მყოფი ფოსფორის ატომები ერთმანეთს უერთდებიან ჟანგბადის ატომების საშუალებით.

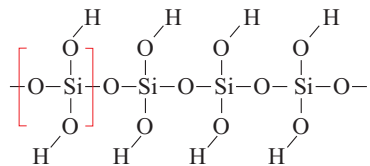
რადგან მოლეკულაში არის 4 წყალბადის ატომი, თითოეულ წყალბადის ატომს უერთდება ორი OH ჯგუფი.

მოლეკულაში არსებული დანარჩენი 2 ჟანგბადის ატომიდან თითო უერთდება თითო ფოსფორის ატომს.

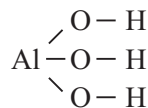
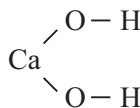
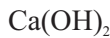


ვაკისხენით

მეტასილიციუმჟავის აგებულების ფორმულა არ იწერება შესაბამისი წესების საფუძველზე, ვინაიდან მისი შედგენილობა პირობითად გამოისახება  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  ფორმულით.



ლითონების მიერ წარმოქმნილი ოქსიდების მსგავსად ფუძეებიც არამოლეკულური აგებულებისაა, ამის გამოა, რომ ფუძეებისათვის აგებულების ფორმულები იწერება პირობითად. ამ დროს ყოველი წყალბადის ატომი ჟანგბადის ატომს, ის კი თავის მხრივ, უერთდება ფუძის წარმომქმნელ ლითონის ატომს.





რა ისწავლეთ?

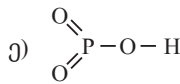
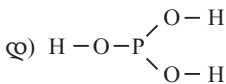
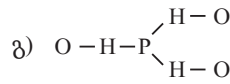
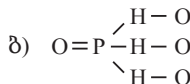
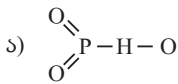
მჟავები, ძირითადად ..... ფუძეები კი..... აგებულების ნივთიერებებია. ფუძეების მოლეკულაში არსებობს, როგორც ....., ასევე .....  
 $H_4P_2O_7$  მოლეკულაში 12 ..... და 2 ..... არის.

$\pi$ -ბმა;  $\sigma$ -ბმა; მოლეკულური; არამოლეკულური; იონური ბმა; კოვალენტური ბმა.



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1 რომელ შემთხვევაშია სწორად მოცემული მეტაფოსფორმჟავის აგებულების ფორმულა?



2 მოცემული მჟავები დაალაგეთ, მოლეკულაში  $\pi$  ბმების რაოდენობის ზრდის თანმიმდევრობით.

- ა.  $HClO_4$
- ბ.  $HPO_3$
- გ.  $H_2SO_3$
- დ.  $HClO$

3 მიზეზდავად გოგირდმჟავასა და ორთოფოსფორმჟავას მოლეკულებში ჟანგბადის ატომების თანაბარი რაოდენობისა,  $OH$  ჯგუფების რაოდენობა არ არის ტოლი. მიზეზი განმარტეთ.

4  $H_2SO_x$  და  $HClO_y$  მოლეკულებში  $\pi$  ბმების რაოდენობა ტოლია. რა მნიშვნელობა შეიძლება მიიღოს x და y-მა?

- |            |            |           |  |
|------------|------------|-----------|--|
|            | x          | y         |  |
| I.         | 3          | 2         |  |
| II.        | 4          | 4         |  |
| III.       | 4          | 3         |  |
| IV.        | 3          | 3         |  |
| ა) I, II   | ბ) I, III  | გ) II, IV |  |
| დ) III, IV | ე) II, III |           |  |

5 განსაზღვრეთ ქლორმჟავის მოლეკულაში არსებული  $\sigma$ -ბმების რაოდენობა.

6 ორი ორთოფოსფორმჟავის მოლეკულიდან წყლის ერთი მოლეკულის გამოყოფით მიიღება პიროფოსფორმჟავა. მოცემული მჟავების აგებულების ფორმულების გამოყენებით დაამტკიცეთ ეს ფაქტი.

7 ააგეთ ფოსფორმჟავისაგან მეტაფოსფორმჟავისა და წყლის მიღების რეაქციის პირობითი სქემა. რომელი ბმები წყდება ამ დროს პიროფოსფორმჟავის მოლეკულაში?

- 8 ორთოფოსფორმჟავის მოლეკულიდან გამოყავით წყლის ერთი მოლეკულა. რომელი მჟავა მიიღება ამ დროს? როგორ იცვლება ფოსფორის ატომის ვალენტობა ამ პროცესის შედეგად?
- 9 შეადგინეთ დიქრომმჟავის ( $H_2Cr_2O_7$ ) აგებულების ფორმულა.
- 10 ქიმიური ბმების რომელი სახეები არის ამონიუმის ჰიდროქსიდის შემადგენლობაში?
- 11 განიხილეთ  $H_2S$  და  $SO_2$  მოლეკულების აგებულება, შეადარეთ ბმის კუთხეები და განმარტეთ მიზეზი.



- 12 პლასტილინისა და ასანთის ღერების გამოყენებით შეადგინეთ ორი  $P_2O_5$  და ხუთი  $H_2O$  მოლეკულების ატომ-ბირთვის მოდელები. შემდეგ შეუერთეთ ერთ  $P_2O_5$  მოლეკულას 3 წყლის მოლეკულა. რომელი ქიმიური ბმები წყდება ამ დროს  $P_2O_5$  მოლეკულებში? შედეგად რომელი მჟავები მიიღება?

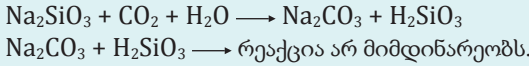
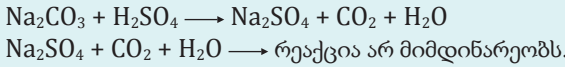


საშინაო დაფალება

შეავსეთ ცხრილი. შეაჯამეთ მჟავებსა და ფუძეებს შორის მომხდარი რეაქციების კანონშესაბამისობები.

რეაქციაში შემავალი ნივთიერებები.	მიღებული მარილის ტიპი.	რეაქციაში შემავალი ნივთიერებები.	მიღებული მარილის ტიპი
$NaOH + HNO_3 \rightarrow$		$Ca(OH)_2 + HCl \rightarrow$	
$NaOH + 2HNO_3 \rightarrow$		$Ca(OH)_2 + 2HCl \rightarrow$	
$2NaOH + HNO_3 \rightarrow$		$Ca(OH)_2 + 3HCl \rightarrow$	
$NaOH + H_2SO_4 \rightarrow$		$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow$	
$NaOH + 2H_2SO_4 \rightarrow$		$Ca(OH)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow$	
$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow$		$2Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow$	
$NaOH + H_3PO_4 \rightarrow$		$Al(OH)_3 + HCl \rightarrow$	
$2NaOH + H_3PO_4 \rightarrow$		$Al(OH)_3 + 2HCl \rightarrow$	
$3NaOH + H_3PO_4 \rightarrow$		$Al(OH)_3 + 3HCl \rightarrow$	

# თემა 1.3. მჟავებისა და ფუძეების აგებულების ზემოქმედება მათ თვისებებზე



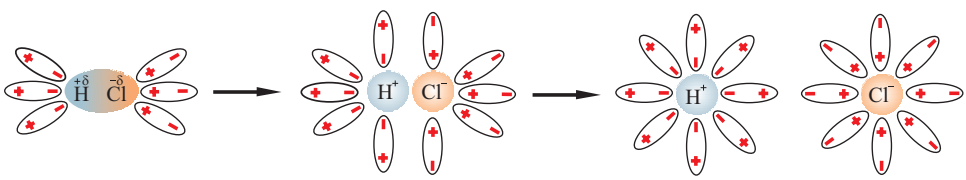
*შეიძინე რომელიძე კანონზომიერება ამ რეაქციებში? როგორ შეიძლება დაგაკავშიროთ მოცემული მჟავების შედგენილობასა და აგებულებასთან ეს კანონზომიერება?*

მჟავების თვისებები კი დაფუძნებულია მათ მოლეკულაში არსებული წყალბადის იონების ადვილად დაშორებასთან. წყალში გახსნის დროს ჟანგბადიანი მჟავების მოლეკულაში ჟანგბადის ატომის, უჟანგბადო მჟავების მოლეკულაში კი შესაბამისი არამეტალის (F, Cl, Br, I, S და სხვა) ატომის წყალბადატომთან ერთად წარმოქმნილი პოლარულ-კოვალენტური ბმები წყლის დიპოლების ზემოქმედებით უფრო პოლარული ხდება და იონურ ბმებად გადაიქმნება. შედეგად, ამ ბმების გაწყვეტით გაჯერებული სახით  $\text{H}^+$  იონი ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) და მჟავური ნაშთისაგან მიღებული ანიონი წარმოიქმნება. მაგალითად, ქლორწყალბადმჟავის წყალხსნარში ეს პროცესი შეიძლება გამოვსახოთ ქვემოთ მოცემული სახით.



**გავისხნოთ**

*ელექტრონიტური დისოციაციის თეორიის თანახმად მჟავები წყალში, ხსნარებში დისოციაციის დროს კათიონის სახით მხოლოდ წყალბადის იონების წარმოქმნული რთული ნივთიერებებია.*



უჟანგბადო მჟავების მოლეკულაში მყოფი ყველა წყალბადის ატომის ჩანაცვლება ხდება მეტალის ატომით. ამიტომაც ამ მჟავების ფუძიანობა მოლეკულაში არსებული წყალბადატომების რაოდენობის ტოლია. მაგალითად, ქლორწყალბადმჟავა ( $\text{HCl}$ ) ერთფუძიანია, გოგირდწყალბადმჟავა ( $\text{H}_2\text{S}$ ) კი ორფუძიანი მჟავაა.



**გავისხნოთ**

*მჟავის მოლეკულაში მეტალით ჩანაცვლების უნარის მქონე წყალბადის ატომების რაოდენობა მჟავის ფუძიანობის მაჩვენებელია და მჟავური ნაშთის ვალენტობის ტოლია.*

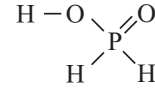
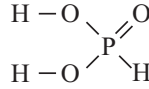
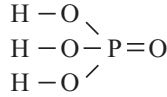


**საქმიანობა**

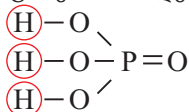
მჟავა	წარმოქმნილი მარილი	
	მჟავა მარილი	საშუალო მარილი
$\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{NaH}_2\text{PO}_4$ v $\text{Na}_2\text{HPO}_4$	$\text{Na}_3\text{PO}_4$
$\text{H}_3\text{PO}_3$	$\text{NaH}_2\text{PO}_3$	$\text{Na}_2\text{HPO}_3$
$\text{H}_3\text{PO}_2$	-	$\text{NaH}_2\text{PO}_2$

ორთოფოსფორმჟავის, ფოსფიტმჟავის და ჰიდროფოსფორმჟავის მოლეკულებში, მიუხედავად წყალბადის ატომების მჟავის რაოდენობისა, რატომ განსვავდება მათ მიერ წარმოქმნილი მჟავებისა და საშუალო მარილების შედგენილობა?

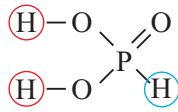
როგორ შეიძლება აიხსნას ეს მათი აგებულებით?



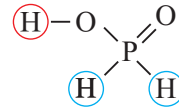
ჟანგბადიანი მჟავების მოლეკულებში არსებული წყალბადის მოლეკულების ატომების რაოდენობა ზოგჯერ მისი ფუძიანობის ტოლი არ არის. მაგალითად, ორთოფოსფორმჟავის (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), ფოსფიტმჟავის (H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>) და ჰიდროფოსფიტმჟავის (H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>) მოლეკულებში, მიუხედავად იმისა, რომ სამი წყალბადის ატომია ორთოფოსფორმჟავა სამფუძიანი, ფოსფიტმჟავა ორფუძიანი, ჰიდროფოსფიტმჟავა კი ერთფუძიანია. ეს მჟავების აგებულებასთან არის დაკავშირებული. H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> -ის მოლეკულაში წყალბადის თითოეული ატომი უკავშირდება ჟანგბადის ატომებს. H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> მოლეკულაში ერთი, H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub> მოლეკულაში კი ორი წყალბადის ატომი პირდაპირ უკავშირდება ფოსფორის ატომს. რადგან ფოსფორის ელექტროუარყოფითობა ნაკლებია ჟანგბადის ელექტროუარყოფითობაზე, P-H ბმის პოლარობაც ნაკლებია O-H ბმის პოლარობაზე. ამ მიზეზის გამო მჟავის წყალში გახსნისას O-H ბმისაგან განსხვავებით P-H ბმები არ წყდება. ე.ი. ჟანგბადიანი მჟავების ფუძიანობას განსაზღვრავს მხოლოდ მოლეკულაში ჟანგბადის ატომთან დაკავშირებული წყალბადის ატომების რაოდენობა.



სამფუძიანი მჟავა

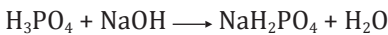


ორფუძიანი მჟავა



ერთფუძიანი მჟავა

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-ის, H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>-ის და H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>-ის NaOH-თან სხვადასხვა მოლური თანაფარდობის რეაქციები ქვემოთ მოცემული სახისაა:



რამდენადაც ადვილად მოშორდება H<sup>+</sup> იონი მჟავის მოლეკულას, მაღალი იქნება მისი დისოციაციის წონასწორობის მუდმივა (K<sub>d</sub>) და მჟავის ხარისხიანობა. ე.ი. მჟავების ხარისხიანობის შედარება შეიძლება მათი დისოციაციის წონასწორობის მუდმივობის გამოყენებით. მჟავებისათვის ამ წონასწორობის მუდმივას ასევე მჟავიანობის მუდმივაც (K<sub>a</sub>) ეწოდება. მაგალითად:

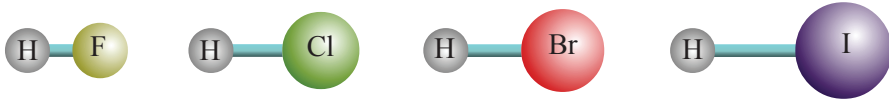


მჟავიანობის მუდმივობის მიხედვით მჟავების კლასიფიკაცია ქვემოთ მოცემული სახისაა:

ძლიერი მჟავები	საშუალო მჟავები	სუსტი მჟავები
HCl, HBr, HI, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HClO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, CH <sub>3</sub> COOH



მჟავის წარმომქმნელი ელემენტის ელექტროუარყოფითობა ზეგავლენას ახდენს მჟავიანობის ხარისხზე. მაგალითად, რადგან ჰალოგენები ელექტროუარყოფითი ელემენტებია, მათი წყალბადნაერთებში ბმები უფრო პოლარულია. ამიტომაც მათ წყალხსნარებში ეს ბმები წყდება და წარმოიქმნება  $H^+$  იონები.  $HF - HCl - HBr - HI$  - ის რიგებში ატომების ბირთვებს შორის მანძილი იზრდება და ბმის ენერგია კლებულობს.



ამ მიზეზით მოცემული რიგის მიხედვით  $H - Hal$  ბმა ადვილად წყდება და იზრდება მჟავიანობა. შედეგად ქლორწყალბადმჟავა, ბრომწყალბადმჟავა და იოდწყალბადმჟავა ძლიერ მჟავებს მიეკუთვნება. ფტორმჟავა კი ამ მჟავებთან შედარებით უფრო სუსტია.

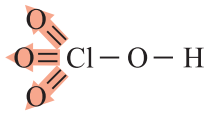
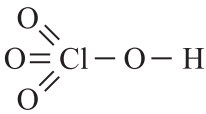
$H - S$  ბმის პოლარობა დამოკიდებულია  $H - Hal$  ბმის პოლარობაზე. ამიტომაც გოგირდწყალბადმჟავა უქანგბადო მჟავებთან შედარებით უფრო სუსტია და მიეკუთვნება სუსტ მჟავებს, რადგან პერქლორმჟავა მიეკუთვნება ძლიერ მჟავას. ამის მიზეზი შეიძლება აიხსნას ქვემოთ მოცემული სახით:

*მჟავების წყალხსნარებში  $H^+$  იონების კონცენტრაცია (ხსნარის მჟავიანობა)  $pH$ -ით (ბე - აშ) განისაზღვრება.  $pH$ -ს ხსნარის წყალბადური მანკენბელი ეწოდება. ნეიტრალურ ხსნარში  $pH=7$ , მჟავა გარემოში  $pH<7$ , ტუტე გარემოში კი  $pH>7$ -ზე.*

*პერქლორმჟავის აგებულება ქვემოთ მოცემული სახისაა.*

*მჟავის მოლეკულაში ქლორის ატომთან ორმაგი ბმებით დაკავშირებული ჟანგბადის ატომები ელექტრონების სიმკვრივეს ქლორის ატომიდან მიიზიდავენ.*

*ქლორის ატომები დადებითი მუხტის ზრდის გამო ჰიდროქსიდის ჯგუფის ჟანგბადთან არსებული ბმის ელექტრონულ სიმკვრივეს მიიზიდავს. ამ მიზეზის გამო ჟანგბადის ატომიც  $O-H$  ბმის ელექტრონულ სიმკვრივეს მიიზიდავს. შედეგად  $H^+$  იონი ადვილად სცილდება.*

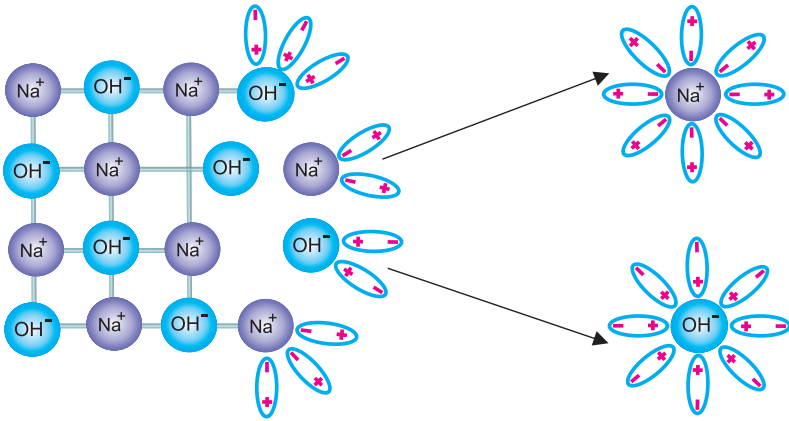


ქლორის ჟანგბადიან მჟავებში ქლორის ატომთან ორმაგი ბმებით დაკავშირებული ჟანგბადის ატომების რაოდენობის ზრდასთან ერთად  $O - H$  ბმა უფრო მეტად ხდება პოლარული და მჟავაც უფრო ძლიერდება. შედეგად ქლორის ჟანგბადიანი მჟავების მჟავიანობის უნარი  $HClO - HClO_2 - HClO_3 - HClO_4$ - რიგში იზრდება.

$HClO$ ქვექლორვანი მჟავა	$HClO_2$ ქლოროვანი მჟავა	$HClO_3$ ქვექლორმჟავა	$HClO_4$ ქლორმჟავა
$Cl - O - H$			
<i>მჟავიანობის თვისებები იზრდება →</i>			

ჰალოგენების ჟანგბადიან მჟავებში ჰალოგენის ატომის ელექტროუარყოფითობის ზრდასთან ერთად მჟავური თვისებებიც იზრდება. მაგალითად,  $\text{HIO}_4 \rightarrow \text{HBrO}_4 \rightarrow \text{HClO}_4$  - ის მიმართულებით მჟავური თვისებები იზრდება, რადგან ქლორის ატომი, ბრომისა და იოდის ატომთან შედარებით O - H ბმას ხდის უფრო პოლარულს. შედეგად  $\text{H}^+$  იონის დაცილება ადვილდება.

ფუძეების თვისებები დაფუძნებულია მათში არსებული ჰიდროქსილის იონების ( $\text{OH}^-$ ) დაცილებასთან. წყალში გახსნის დროს წყლის დიპოლების ზემოქმედებით Me - O იონური ბმები წყდება, მეტალის კათიონები და  $\text{OH}^-$  იონები წარმოიქმნება. მაგალითად ნატრიუმის ჰიდროქსიდის წყალხსნარში ეს პროცესი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ქვემოთ მოცემული სახით:



ფუძის შედგენილობაში არსებული მეტალი აქტიური მეტალი (მაგალითად, ტუტე და ტუტემიწა მეტალები) თუ იქნება (ტუტეებში) Me - O ბმები წყლის დიპოლების ზემოქმედებით ადვილად წყდება, შედეგად ეს ფუძეები ძლიერი ელექტროლიტებია. საშუალო აქტიობის (მაგალითად, Al, Zn, Fe და სხვა) და პასიური (მაგალითად, Cu) მეტალების წარმოქმნილ ფუძეებში კი ბმები ძნელად წყდება. ამის გამოა, რომ ისინი სუსტი ელექტროლიტებია.

**გავისენით**

ელექტროლიტური დისოციაციის თეორიის თანახმად ფუძეები წყალში, ხსნარებში დისოციაციის დროს ანიონის სახით მხოლოდ წყალბადის იონებს წარმოიქმნელი რთული ნივთიერებებია.

**რა ისწავლით?**

$\text{HF} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{HI}$ -ის რიგში..... მზრდება. მისეხი ამ რიგში..... მატებაა. აქტიური მეტალების წარმოქმნილი ფუძეები....., საშუალო აქტიობის და პასიური მეტალების წარმოქმნილი ფუძეები კი.....ა.

გოგირდწყალბადმჟავის ..... მოლეკულაში არსებული წყალბადის ატომების, ფოსფორფიტმჟავაში კი..... რაოდენობის მსხედვით დადგენა ხდება.

ბირთვებს შორის მანძილი; ფუძიანობა;  $\text{OH}^-$  ჯგუფი; სუსტი ელექტროლიტი; ძლიერი ელექტროლიტი;



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- 1 დაადგინეთ ბრომწყალბადმჟავის (1), ფტორწყალბადმჟავის (2) და ქლორწყალბადმჟავის (3) მჟავიანობის უნარის ზრდის რიგი.  
ა) 1, 2, 3    ბ) 2, 3, 1    გ) 1, 3, 2    დ) 2, 1, 3    ე) 3, 2, 1
- 2 დაადგინეთ  $HClO_3$  (1),  $HIO_3$  (2) და  $HBrO_3$  (3) მჟავების მჟავიანობის უნარის კლების რიგი.  
ა) 1, 3, 2    ბ) 2, 3, 1    გ) 2, 1, 3    დ) 3, 2, 1    ე) 1, 2, 3
- 3 ძმარმჟავის მოლეკულაში, მიუხედავად იმისა, რომ ოთხი წყალბადის ატომია, ერთფუძიანი მჟავაა. განმარტეთ მიზეზი.
- 4  $H_3PO_4$  და  $H_3PO_3$  მჟავების მოლეკულებში, მიუხედავად წყალბადის ატომების ერთნაირი რაოდენობისა, ამ მჟავების ფუძიანობა განსხვავებულია. ახსენით ამის მიზეზი.
- 5 გამოთვალეთ 1 მოლი ჰიდროფოსფიტმჟავის განეიტრალებაზე დახარჯული ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მასა (გრ).
- 6 გამოთვალეთ 0,5 მოლი ფოსფიტმჟავის ზედმეტი რაოდენობის კალციუმთან რეაქციით მიღებული წყალბადის მოცულობა (ნ.პ., ლიტრი)  
ა) 5,6    ბ) 11,2    გ) 22,4    დ) 44,8    ე) 4,48
- 7 მჟავები განასხვავეთ ცხრილის მიხედვით

მჟავის ფუძიანობა		
ერთფუძიანი	ორფუძიანი	სამფუძიანი

1. გოგირდწყალბადმჟავა
2. ჰიდროფოსფორიანი მჟავა
3. ორთოფოსფორტმჟავა
4. ფოსფორიანი მჟავა
5. ფტორწყალბადმჟავა
6. მეთასილიციუმის მჟავა

- 8 დაადგინეთ შესაბამისობა

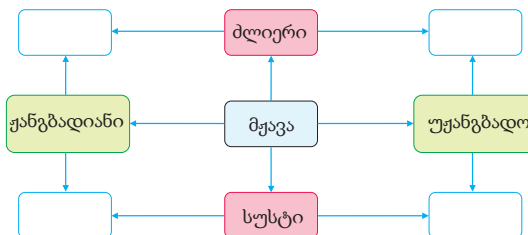
**ელექტროლიტი**

1. ძლიერი
2. სუსტი

**ნივთიერება**

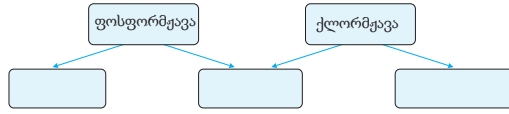
- ა. KOH
- ბ.  $HNO_3$
- გ.  $CH_3COOH$
- დ.  $Mg(OH)_2$

- 9 შევსეთ სქემა.



1. ქლორწყალბადმჟავა
2. ძმარმჟავა
3. გოგირდმჟავა
4. გოგირდწყალბადმჟავა

10 ჩაწერეთ მოცემული მჟავების სტრუქტურული ფორმულები სქემის შესაბამის ცარიელ უჯრებში.

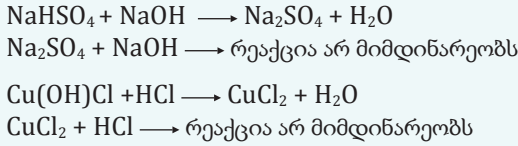


- 11 განმარტეთ სტრუქტურული ფორმულების საფუძველზე, რომ გოგირდმჟავა, გოგირდოვანმჟავასთან შედარებით უფრო ძლიერი მჟავაა.
- 12 გოგირდმჟავის მოლეკულაში გოგირდის ატომთან ორმაგი ბმით დაკავშირებული ჟანგბადის ატომებიდან ერთის გოგირდის ატომით შეცვლით მიიღება თიოსულფატმჟავა ( $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ). გრაფიკული ფორმულების საფუძველზე შეადარეთ გოგირდმჟავისა და თიოსულფატმჟავის მჟავიანობის თვისებები.

 **საშინაო დავალები**

მოამზადეთ პრეზენტაცია თემაზე “ადამიანის ორგანიზმის მოქმედებაში არაორგანული ნივთიერებების როლი.”

# თემა 1.4. მარილების აგებულება. მარილების აგებულების ზემოქმედება მათ თვისებებზე

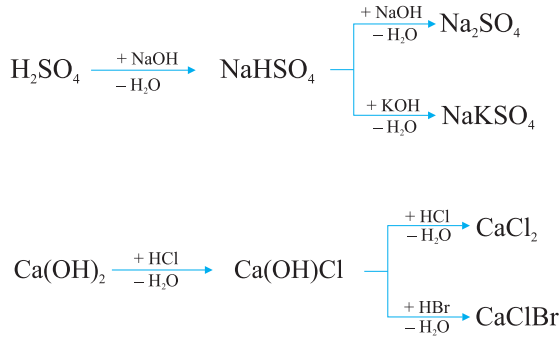


*შეინიშნება თუ არა რაიმე კანონზომიერებები ამ რეაქციებში? როგორ შეიძლება დაგვაგავშიროთ ეს კანონზომიერებები მოცემული მჟავების შედგენილობასა და აგებულებასთან?*



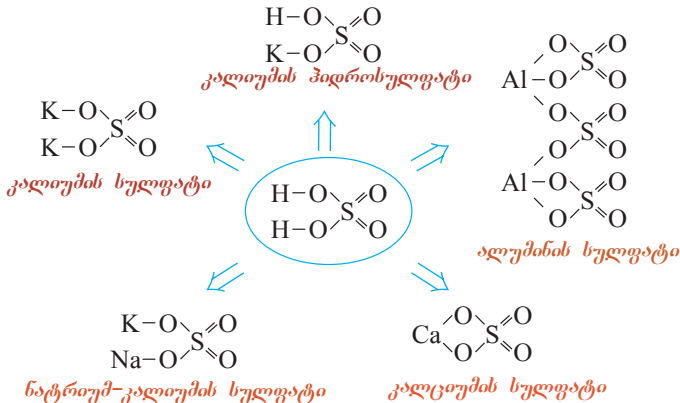
## საკმანობა

მარილები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც მჟავაში არსებული წყალბადის ატომების მეტალის ატომებით, ასევე ფუძეში არსებული OH ჯგუფების მჟავური ნაშთებით ჩანაცვლების შედეგად მიღებული ნივთიერება.

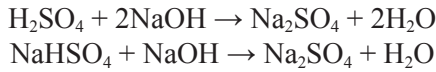


*რეაქციის სქემის საფუძველზე მჟავებისა და ფუძეების აგებულების გამოყენებით შეადგინეთ საშუალო, მჟავა, ფუძე, ორმაგი და კომპლექსური მარილების აგებულების ჩაწერის წესები.*

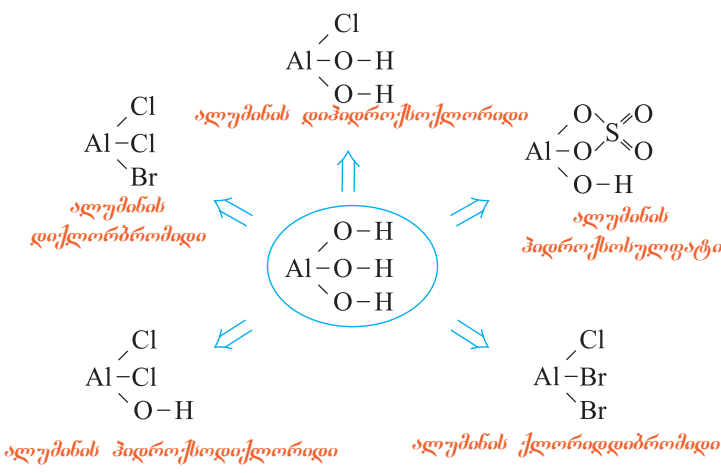
საშუალო, მჟავა და ორმაგი მარილების აგებულების შედგენა ხდება შესაბამისი მჟავების საფუძველზე. ამ დროს მჟავის მოლეკულაში არსებული წყალბადის ატომების ჩანაცვლება ხდება მეტალის ატომებით ვალენტობის შესაბამისად.



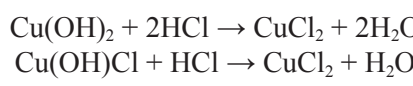
როგორც ხედავთ, მჟავა მარილების წარმოქმნისას, რადგანაც მჟავაში არსებული ყველა წყალბადის ატომები არ ჩანაცვლდება მეტალის ატომებით, ისინი ავლენენ მჟავებისათვის დამახასიათებელ ზოგიერთ თვისებას. მაგალითად:



ფუძე და კომპლექსური მარილების აგებულების შედგენა ხდება შესაბამისი ფუძეების საფუძველზე. ამ დროს ფუძის მოლეკულაში არსებული ჰიდროქსიდის ჯგუფების ჩანაცვლება ხდება მჟავური ნაშთით ვალენტობის შესაბამისად.



ასევე ფუძე მარილების წარმოქმნისას, რადგანაც ფუძეში არსებული ჰიდროქსიდის ჯგუფებიდან ყველა არ ჩანაცვლდება მჟავური ნაშთით, ისინი ავლენენ ფუძისათვის დამახასიათებელ ზოგიერთ თვისებებს. მაგალითად:



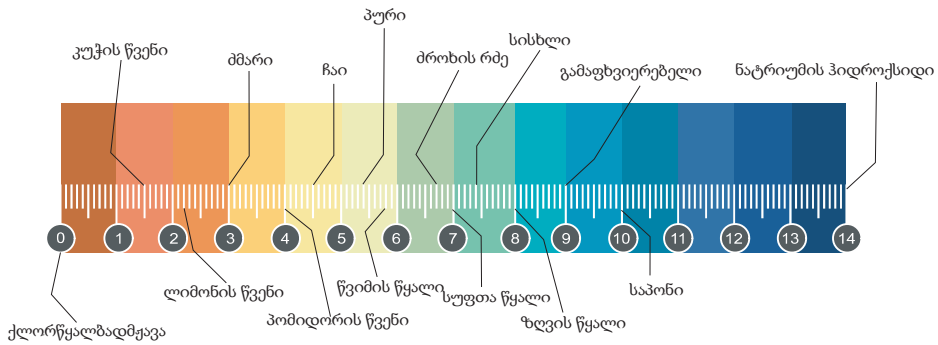
**ქიმიის როლი**

მარილების ჰიდროლიზის დროს ხსნარში შეიძლება წარმოიქმნას მჟავა, ნეიტრალური ან ტუტე გარემო. ყოველდღიურ ცხოვრებაში გამოყენებული ზოგიერთი ნივთის შეფუთვაზე მოცემულია PH მაჩვენებელი.





ქვემოთ სკალაზე მოცემულია ზოგიერთი გარემოს PH მაჩვენებელი



ძლიერი მჟავა ან ტუტე გარემოს შემქმნელი პროდუქტები გამოიყენება (კაუსტიკურ) თვისებებს ამჟღავნებენ და მათი გამოყენების დროს უნდა ვიყოთ ფრთხილად. მათი გამოყენების დროს აუცილებლად უნდა გავიკეთოთ დამცავი ხელთათმანები. ასეთ ნივთიერებებზე არის “გამომჟმელი” ნიშანი.



გამომჟმელი ნივთიერების ნიშანი

რა ისწავლეთ?

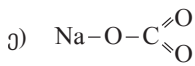
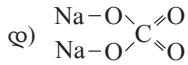
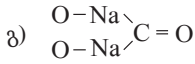
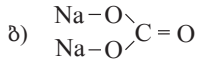
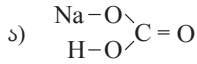
$H_2SO_4$  -ის მოლეკულაში წყალბადის ატომების ჩანაცვლებით ორი სხვადასხვა პეტალის ატომით.....,  $Ca(OH)_2$  -ის მოლეკულაში კი ჰიდროქსიდის ჯგუფების ჩანაცვლებით ორი სხვადასხვა მჟავური ნაშთით..... მიიღება. ....  
 ..... ტუტეებთან რეაქციაში შესვლით საშუალო და ორმაგი მარილები, ..... კი მჟავებთან რეაქციაში შესვლით წარმოქმნიან საშუალო და კომპლექსურ მარილებს.  
 $Cu(NO_3)_2$ -ის ჰიდროლიზის დროს .....,  $CH_3COONa$ -ის ჰიდროლიზის დროს კი ..... მიიღება.

ფუძე მარილი; მჟავა მარილი; მჟავა გარემო; ტუტე გარემო; ორმაგი მარილი; კომპლექსური მარილი.

შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- 1 შეარჩიეთ მარილი, რომელიც შედის რეაქციაში ქლორწყალბადმჟავასთან.
- |                 |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|
| 1. $Ca(OH)Cl$   | 2. $CaCO_3$ | 3. $CaSO_4$ |
| 4. $Al(OH)_2Br$ | 5. $NaNO_3$ |             |

2 დაადგინეთ ნატრიუმის კარბონატის აგებულების ფორმულა.



3 რატომ მიიღება 1 მოლი  $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ის 1 მოლ  $\text{HCl}$  - თან რეაქციაში შესვლით დიჰიდროქსო-, 1 მოლ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ - თან კი რეაქციაში შესვლით ჰიდროქსო-მარილი?

4 რატომ არ შედის რეაქციაში ალუმინის სულფატი ქლორწყალბადმჟავასთან, ალუმინის ჰიდროქსოსულფატი კი შედის?

5 გამოიანგარიშეთ კალციუმის დიჰიდროორთოფოსფატის მისაღებად 14,8 გრ. კალციუმის ჰიდროქსიდთან რეაქციაში შესული ორთოფოსფატმჟავის მასა (გრ.)

ა) 9,8

ბ) 19,6

გ) 24

დ) 39,2

ე) 42

6 შეადგინეთ მარილის  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$  აგებულების ფორმულა. შემდეგ  $\text{OH}$  ჯგუფები ჩაანაცვლეთ გოგირდმჟავას ნაშთით და გამოიანგარიშეთ მიღებული მარილის ერთ მოლში არსებული  $\pi$  - ბმების მოლური რიცხვი.

ნივთიერება	1 მოლში არსებული ბმების მოლური რიცხვი;	
	იონი	კოვალენტური
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	x	y

განსაზღვრეთ x და y.

x                      y

ა) 9                      12

ბ) 6                      18

გ) 6                      12

დ) 3                      18

ე) 3                      16

8 დაადგინეთ შესაბამისობა

*მარილის თვისება*

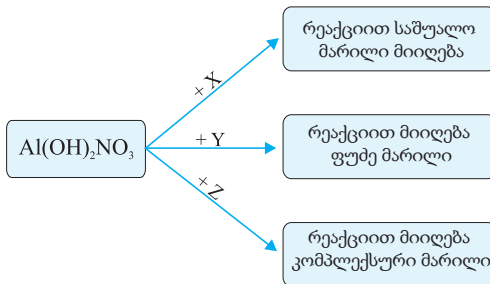
1. HNO<sub>3</sub>-შედის რეაქციაში
2. KOH-შედის რეაქციაში

*მარილის ქიმიური ფორმულა*

- ა. NaCl
- ბ. Ca(OH)Cl
- გ. CuCl<sub>2</sub>
- დ. KHSO<sub>4</sub>
- ე. Ca(OH)NO<sub>3</sub>

9 შეადგინეთ კალციუმის ორთოფოსფატის აგებულების ფორმულა.

10



შეადგინეთ სქემის შესაბამისი რეაქციის განტოლებები.

11 რომელი რეაქციები მიმდინარეობს? დაასაბუთეთ მოსაზრებები.

1. Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> + NaOH →
2. NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + NaOH →
3. NaH<sub>2</sub>PO<sub>3</sub> + NaOH →
4. Na<sub>2</sub>HPO<sub>3</sub> + NaOH →

12

მჟავა	კალციუმის წარმომქმნელი საშუალო მარილის ერთ მოლში არსებული ატომის რაოდენობა.
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	a
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	b
H <sub>3</sub> PO <sub>2</sub>	c

a, b და c-შეადარეთ.



საშინაო დავალება

შეავსეთ ცხრილი და შეაჯამეთ ინფორმაციები მარილების მნიშვნელოვან ქიმიური თვისებების შესახებ. რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებები.

რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებები		რეაქციის მიმდინარეობის პირობა. (რეაქცია, რომელ მდგომარეობასა და პირობებში მიმდინარეობს?)	ნამუში
მარილი	მეტალი		
მარილი	არამეტალი		
მარილი	მჟავა ოქსიდი		
მარილი	მჟავა		
მარილი	ფუძე		
მჟავა მარილი	ტუტე		
ფუძე მარილი	მჟავა		
ფუძე მარილი	ტუტე		



# II ბანყოფილება

## ნაჯერი ალიფატური ნახშირწყალბადები

- თემა 2.1.** ალკანების ჰომოლოგიური რიგი, მოლეკულების ელექტრონული და სტრუქტურული ფორმულები
- თემა 2.2.** ალკანების მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა
- თემა 2.3.** ალკანების იზომერია
- თემა 2.4.** ალკანების დასახელება
- თემა 2.5.** ალკანების მოპოვება და მიღება ბუნებაში.
- თემა 2.6.** ალკანების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები.

**პრაქტიკული სამუშაო №1:** ნახშირწყალბადების შედგენილობის ხარისხის დადგენა.

## თემა 2.1. ალკანების ჰომოლოგიური რიგი, მოლეკულების ელექტრონული და სტრუქტურული ფორმულა

თუ კვადრატული ფორმის ერთი მაგიდის ირგვლივ ოთხი სკამის მოთავსება შეიძლება, მაშინ ორი ასეთი მაგიდის შეერთებით მათ ირგვლივ ექვსი, სამის შეერთებით კი რვა სკამი მოთავსდება.

*როგორია მაგიდებისა და მათ ირგვლივ არსებული სკამების რაოდენობას შორის წრფივი დამოკიდებულების ფორმულა?*

*რა კავშირი არის ამ მაგიდებსა და ალკანების სტრუქტურას შორის?*

საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე ღია ჯაჭვიან (აციკლოური ან ალიფატური) ნაჯერ ნახშირწყალბადებს ალკანები ეწოდება. ალკანების მოლეკულაში წყალბადის ატომების რაოდენობა ნახშირბადის ატომების რაოდენობის ორმაგზე ორი ერთეულით მეტია. შედეგად მოლეკულაში  $n$  რაოდენობის ნახშირბადის ატომის მქონე ალკანის შედგენილობა გამოისახება  $C_nH_{2n+2}$  ზოგადი ფორმულით. მაგალითად მოლეკულაში ხუთი ნახშირბადის ატომის მქონე ალკანის ფორმულაა  $C_5H_{2+5+2}$ , ე.ი.  $C_5H_{12}$ .

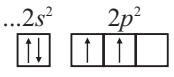
**ვაკისხნით**

მოლეკულაში ნახშირბადის ატომების ერთმანეთთან ერთმანეთთან დაკავშირებულ ღია ჯაჭვიან ნახშირწყალბადებს ნაჯერ ნახშირწყალბადებს უწოდებენ.

ალკანების პირველი წარმომადგენელი მეთანია ( $CH_4$ ) ე.ი. ზოგად ფორმულაში  $n \geq 1$ . სხვა ალკანები მეთანისაგან ერთი ან რამოდენიმე  $-CH_2-$  (მეთილენი) ჯგუფით განსხვავდებიან (ჰომოლოგიური სხვაობა). მაგალითად,  $C_2H_6$  - ეთანი,  $C_3H_8$  - პროპანი და სხვა.

### საქმიანობა

ნახშირწყალბადის ატომს გარე ელექტრონულ დონეებზე აქვს ოთხი ელექტრონი. ნორმალურ პირობებში მათგან  $2s$ , ორი კი  $2p$  დაუსრულებელ შრეზე მდებარეობს.



ამ მდგომარეობაში ნახშირბადის ატომს გაუწყვილებელი ელექტრონების ხარჯზე მხოლოდ ორ წყალბადატომთან შეუძლია წარმოქმნას კოვალენტური ბმა და მიღებული ნაერთის ფორმულა იქნება  $CH_2$ .



*არსებობს ნივთიერება  $CH_2$  ფორმულით? მიზეზი განმარტეთ.*

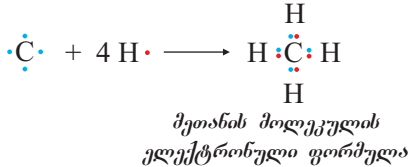
*როგორ შეიძლება აიხსნას ნახშირბადისა და წყალბადატომებისაგან მეთანის მოლეკულის წარმოქმნა?*

მეთანის მოლეკულის აღნაგობა შეიძლება აიხსნას ნახშირბადატომის აღზნებულ მდგომარეობით.





ნახშირბადატომი ოთხი გაუწყვილებელი ელექტრონის ხარჯზე ატომების გაცვლის მექანიზმით წყალბადატომებთან ამყარებს კოვალენტურ ბმას და წარმოიქმნება მეთანის მოლეკულა. ამ დროს ნახშირბადის ატომის გარე ელექტრონული შრე შევსებულია 8-მდე (ოქტეტის წესი) და IV ვალენტანია. მეთანის მოლეკულის წარმოქმნა სქემატურად შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით:



მეთანის მოლეკულაში ნახშირბადაც და წყალბადატომებს შორის ელექტრონული სიმკვრივე შედარებით უფრო ელექტროუარყოფით ნახშირბადატომისაკენ გადაიხრება და ბმა შედარებით პოლარული გახდება.

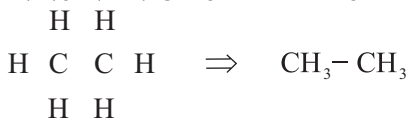
მოლეკულის ელექტრონულ ფორმულაში მყოფი საზიარო ელექტრონული წყვილების ხაზებით შეცვლით, მიიღება მოლეკულის სტრუქტურული ფორმულა.



მეთანისაგან განსხვავებით, სხვა ალკანების მოლეკულებში ნახშირბადატომებს შორისაც საზიარო ელექტრონული წყვილების ხარჯზე წარმოიქმნება  $\sigma$  ბმა. ამ ბმის წარმოქმნელი ელექტრონული სიმკვრივე ორივე ატომის მხრიდან ერთნაირად მიზიდვის გამო არც ერთი ატომის მხარეს არ გადაიხრება და შედეგად ბმა ხდება არაპოლარული. მაგალითად, ეთანის მოლეკულაში თითოეული ნახშირბადატომი სამ წყალბადატომს ეერთება, ნახშირბადატომებს შორის კი ერთი  $\sigma$  ბმა წარმოიქმნება. მისი ელექტრონული და სტრუქტურული ფორმულების ჩვენება შეიძლება ქვემოთ მოცემული სახით.

ალკანი	ელექტრონული ფორმულა	სტრუქტურული ფორმულა
$C_2H_6$	$\begin{array}{c} H\ H \\   \   \\ H:\dot{C}:\dot{C}:H \\   \   \\ H\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H\ H \\   \   \\ H-C-C-H \\   \   \\ H\ H \end{array}$

ორგანული ნივთიერებების მოლეკულების სტრუქტურის უბრალო სახით დაწერის დროს არ ხდება ნახშირბადაც და წყალბადატომებს შორის ბმების ჩვენება.



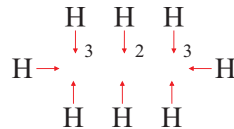
**გავისხნოთ**

*პოლარულ-კოვალენტური ბმა ელექტროუარყოფითობით ოდნავ განსხვავებულ ატომებს შორის (სხვადასხვა არამეტალის ატომები), არაპოლარულ კოვალენტური ბმა კი ერთნაირი ელექტროუარყოფითობის მქონე ატომებს (ერთნაირი სახეობის არამეტალის ატომები) შორის საზიარო ელექტრონული წყვილების ხარჯზე წარმოქმნილი ბმებია.*

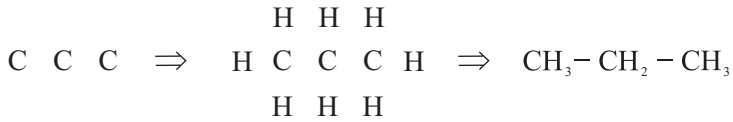


**გავისხნოთ**

*ნახშირწყალბადებში რომელიმე ნახშირბადის უანგვის ხარისხი მასთან დაკავშირებულ წყალბადატომების რაოდენობის უარყოფითი მნიშვნელობის ტოლია. ამის მისეხი კი არის ის, რომ ნახშირბადატომის ელექტროუარყოფითობა მეტა წყალბადატომის ელექტროუარყოფითობაზე შედეგად ელექტრონული სიმკვრივე C-H ბმებში ნახშირბადატომის მხარესა გადახრულია.*



დავწეროთ პროპანის სტრუქტურული ფორმულა. ამისათვის ჯერ ხდება მოლეკულაში არსებული ნახშირბადატომების მიერთება ერთმანეთთან. შემდეგ ნახშირბადის IV ვალენტობის გათვალისწინებით ხდება თითოეულ ნახშირბადატომთან სათანადო რაოდენობის წყალბადატომების მიერთება.



ქვემოთ ნაჩვენებ ცხრილში მოცემულია ალკანების ზოგიერთი წარმომადგენლების სტრუქტურული ფორმულები.

ალკანის ფორმულა		ალკანის დასახელება
CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	მეთანი
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>3</sub>	ეთანი
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>	პროპანი
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>	ბუტანი
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>	პენტანი
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>	ჰექსანი
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>	ჰეპტანი
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>	ოქტანი
C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>	ნონანი
C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>	დეკანი



**რა ისწავლეთ?**

ღია ჯაჭვიან (ალიფატურ) ნაჯერ ნახშირწყალბადებს .....წოდება.  
 ალკანების მოლეკულებში ატომები ერთმანეთთან მხოლოდ .....უერთდება და მათი შედგენილობა .....ზოგადი ფორმულით გამოისახება.  

$$\begin{array}{ccc}
 \text{H} & \text{H} & \\
 | & | & \\
 \text{H} : \ddot{\text{C}} : \ddot{\text{C}} : \text{H} & \text{ეთანის} & \text{H} & \text{C} & \text{C} & \text{H} & \text{კი} \\
 | & & | & & | \\
 \text{H} & & \text{H} & & \text{H}
 \end{array}$$
 ალკანების მოლეკულაში არსებული C-C და C-H ბმები ელექტრონული წყვილების ატომთა შორის განაწილების თავისებურების მიხედვით განსხვავდება, C-C - ბმები ....., C-H ბმები კი ..... ია.

*ელექტრონული ფორმულა; სტრუქტურული ფორმულა; პოლარულ-კოვალენტური ბმა; არაპოლარულ კოვალენტური ბმა; σ-ბმა; C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>; ალკანები;*



**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- პენტანი (1), ეთანი (2) და ბუტანი (3) დაალაგეთ მოლეკულებში არსებული წყალბადატომების რაოდენობის ზრდის თანმიმდევრობით.  
 ა) 1, 2, 3      ბ) 2, 1, 3      გ) 1, 3, 2      დ) 2, 3, 1      ე) 3, 1, 2
- C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> მოლეკულაში დაადგინეთ პოლარული და არაპოლარული კოვალენტური ბმების რაოდენობა..

- 3 გოგირდმჟავისა და პროპანის მოლეკულებისათვის განსხვავებულია:  
 1.  $\sigma$ -ბმების რაოდენობა                      2. პოლარულ-კოვალენტური ბმების რაოდენობა.  
 3. არაპოლარულ კოვალენტური ბმების რაოდენობა.
- 4 ალკანების პირველ წარმომადგენელთან ერთ ნახშირბადატომს ოთხი წყალბადატომი უკავშირდება. რატომაა, რომ შედგენილობაში ორი ნახშირბადატომის მქონე ალკანის ფორმულა  $C_2H_6$ - არ არის, არამედ  $C_2H_4$ -ია?
- 5 გამოიანგარიშეთ 8,8 გრ. პროპანის შედგენილობაში მყოფი ნახშირბადის შედგენილობა.  
 ა) 3,6            ბ) 6            გ) 7,2            დ) 8,8            ე) 4,8

6

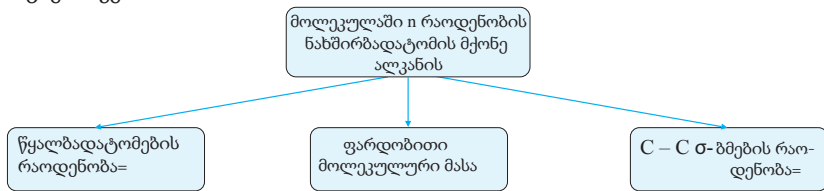
ალკანის	
მოლეკულაში წყალბადატომების რაოდენობა	ფარდობითი მოლეკულური მასა
$n$	30
$n + 6$	$x$

გამოიანგარიშეთ- $x$ .

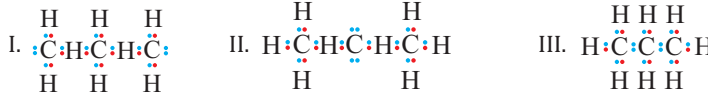
- 7 პროპანის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის არსებული ბმების წარმოსაქმნელად დახარჯული ელექტრონები, მოლეკულაში ბმების წარმოსაქმნელად დახარჯული საერთო ელექტრონების რამდენ პროცენტს შეადგენს?
- 8 დაადგინეთ შესაბამისობა.
- |   |                        |
|---|------------------------|
| <i>ნივთიერებების მოლეკულაში არსებული ბმები.</i>         | <i>ნივთიერებები</i>    |
| 1. მხოლოდ პოლარულ-კოვალენტური ბმა.                      | ა. პროპანი             |
| 2. მხოლოდ არაპოლარულ კოვალენტური ბმა.                   | ბ. გოგირდის დიოქსიდი   |
| 3. როგორც პოლარულია, ასევე არაპოლარული კოვალენტური ბმა. | გ. აზოტი               |
|   | დ. წყალბადის პეროქსიდი |
|   | ე. მეთანი              |

- 9  $C C C C$ ,  $C C C$  და  $C C C C C$  შეადგინეთ ნახშირბადის ჯაჭვის სა-  
 $C$   
 ფუძეველზე შესაბამისი ალკანების სტრუქტურული ფორმულა და განსაზღვრეთ ნახშირბადატომის ჟანგვის ხარისხი.

- 10 შავსეთ სქემა.



- 11 რომელი ელექტრონული ფორმულაა სწორი პროპანის მოლეკულისათვის? პასუხი დაასაბუთეთ



- 12 სხვადასხვა ალკანის მოლეკულაში არსებული  $\sigma$  ბმების რაოდენობა შეადარეთ და შემოგვთავაზეთ მოლეკულაში  $n$  რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკანის  $\sigma$  ბმების რაოდენობის გამოსათვლელი ფორმულა.



**საშინაო დავალება**

Excel კომპიუტერული პროგრამის საფუძველზე შეადგინეთ ალკანების მოლეკულაში არსებული წყალბადატომების რაოდენობის ნახშირბადატომების რაოდენობაზე დამოკიდებულების გრაფიკი და განსაზღვრეთ ამ დამოკიდებულების ფორმულა.

## თემა 2.2. ალკანების მოლეკულების სტრუქტურული აღნაგობა



ამ დიდი ფრინველის ფრენის დროს მის ირგვლივ წარმოიქმნება ჰაერის ნაკადი. ეს კი მის უკან მიმდრენ ფრინველის მხარეს გადაეცემა და ხელს უშლის მის ფრენას. მაგრამ ფრინველების ფრენის დროს მიღებული "V" სახის, საფეხურების მოწესრიგებული ფორმის საფუძელზე ეს ჰაერის ნაკადი გარკვეული კუთხით მომდევნო ფრინველს გადაეცემა. ეს კი არა თუ ხელს უშლის მის ფრენას, არამედ აადვილებს ჰაერში ყოფნას და გუნდში მყოფი თითოეული ფრინველი ზოგავს 25%-მდე ენერგიას. შედეგად დიდ ფრინველებს (მაგალითად, წეროები და სხვა) გადაფრენის დროს გუნდის სახით ზღვის დონიდან გარკვეულ სიმაღლეზე ერთი დღე-ღამის განმავლობაში ასი კილომეტრის გადაფრენა შეუძლიათ.



*რას ვახსენებთ სურათზე გამოსახული სტრუქტურა?*

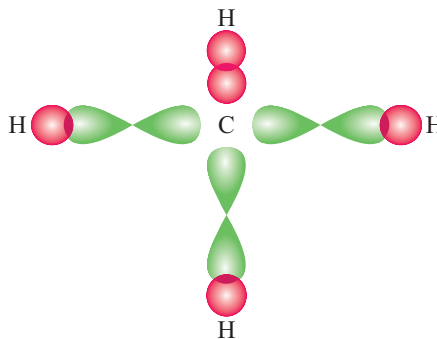
*არის თუ არა მსგავსება ფრინველების გადაფრენის გარკვეული კუთხის არსებობასა და ალკანების სივრცით აღნაგობას შორის?*



### საკმეანობა

ცდებით დამტკიცებულია, რომ მეთანის მოლეკულის ვალენტური კუთხე, ნახშირბადა და წყალბადატომებს შორის წარმოქმნილი ქიმიური ბმების სიგრძე და ენერგია ერთი და იგივეა.

მეთანის მოლეკულის წარმოქმნის დროს ნახშირბადატომის ერთი S და სამი P ორბიტალი ბმების წარმოქმნაში თუ მიიღებს მონაწილეობას, ამ მდგომარეობაში ნახშირბადა და წყალბადატომებს შორის ქიმიური ბმების წარმოქმნა სქემატურად შეიძლება გამოვსახოთ ქვემოთ მოცემული სახით.



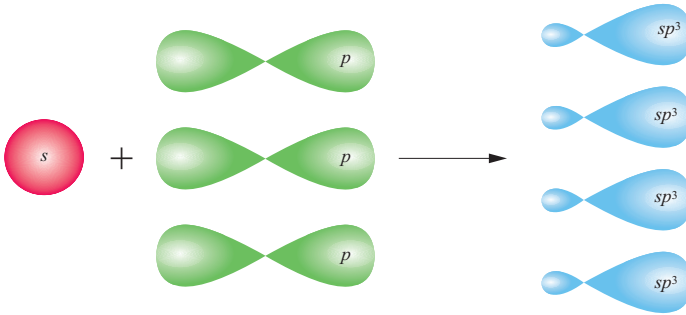
*სწორია მოცემული სქემა?*

*ამ მდგომარეობაში ექნებათ თუ არა ერთნაირი პარამეტრები ნახშირბადა და წყალბადატომებს შორის წარმოქმნილ ბმებს?*

*როგორ წარმოიდგენთ მეთანის მოლეკულის აღნაგობას?*

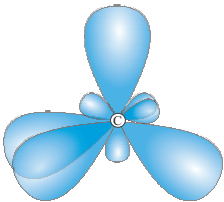
მეთანის მოლეკულაში, ბმების წარმოქმნის წარმოსახვისათვის გავიხსენოთ მე-8 კლასში შესწავლილი ელექტრონული ორბიტალების ჰიბრიდიზაციის შესახებ ინფორმაცია.

აღზნებული ნახშირბადატომის გაუწყვილებელი ელექტრონების წარმოქმნილი ორბიტალების (ერთი  $s$  და სამი  $p$  ორბიტალი) ჰიბრიდიზაციით ოთხი  $sp^3$  ჰიბრიდული ორბიტალი წარმოიქმნება.



$sp^3$ - ჰიბრიდული ორბიტალების წარმოქმნის სქემა

ურთიერთგანზიდვის გამო ჰიბრიდული ორბიტალები მაქსიმალურად სცილდება ერთმანეთს სივრცეში და მიმართულია ტეტრაედრის წვეროებისაკენ, აქვს მინიმალური ენერგია.

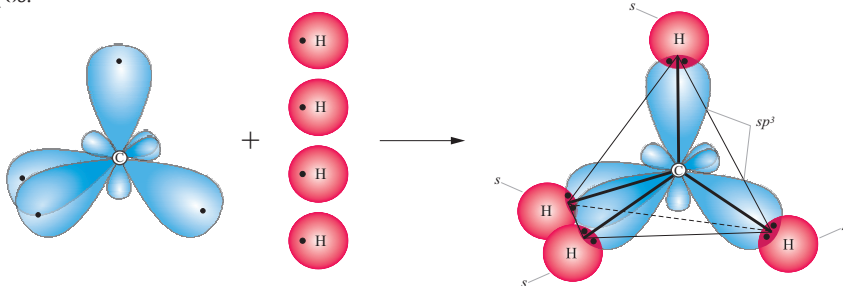


$sp^3$ - ჰიბრიდული ორბიტალების სივრცეში მიღებული ფორმა

**გავისხენოთ**

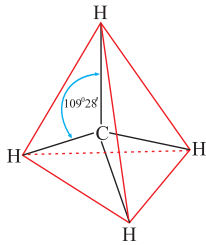
ტეტრაედრი - ზედაპირზე ოთხი სამკუთხედის მქონე ოთხბირა გეომეტრიული ფიგურაა. ყველა ზედაპირით ტოლფეგრდა სამკუთხედის მქონე ტეტრაედრს, წესიერი სამკუთხედი ეწოდება.

მეთანის მოლეკულის წარმოქმნის დროს ნახშირბადის ატომის თითოეული  $sp^3$  ჰიბრიდული ორბიტალი გადაიფარება წყალბადატომის  $s$  ორბიტალით ( $sp^3-s$  ორბიტალი) და წარმოიქმნება ოთხი  $\sigma$  ბმა. თუ ბმები წარმოქმნილია ერთნაირი ორბიტალების გადაფარვით, მაშინ მათ შორის სიგრძე და ენერგია ტოლია.

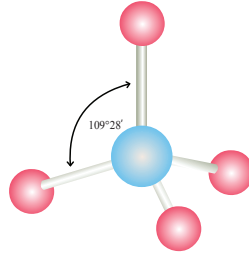


მეთანის მოლეკულაში -  $\sigma$  ბმების წარმოქმნის სქემა.

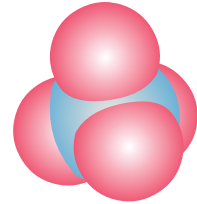
როგორც ხედავთ, ნახშირბადსა და წყალბადატომებს შორის ბმეზიც მიმართულია ტეტრაედრის წვეროებისაკენ. მათ შორის ყველა ბმის კუთხეა  $109^{\circ}28'$ . რადგან C-H ბმების სიგრძეც ტოლია, მეთანის მოლეკულის სივრცით აღნაგობას ტეტრაედრის (წესიერი ტეტრაედრის ფორმის) ფორმა აქვს. ქვემოთ მოცემულია მეთანის მოლეკულის ტეტრაედრის ბურთულროვანი და მასშტაბური მოდელები.



მეთანის მოლეკულის ტეტრაედრის აღნაგობა

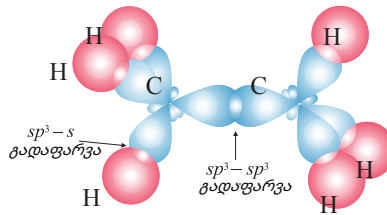


მეთანის მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდელი.



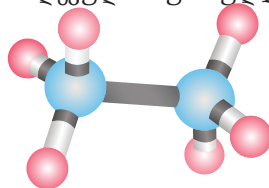
მეთანის მოლეკულის მასშტაბური მოდელი.

ალკანების სხვა წარმომდგენლების წარმოქმნისას ნახშირბადატომების ჰიბრიდული ორბიტალები და წყალბადატომების s ორბიტალების გადაფარვის გარდა მოლეკულაში მყოფი ნახშირბადატომების ჰიბრიდული ორბიტალებიც გადაფარავენ ერთმანეთს. მაგალითად, ეთანის მოლეკულის წარმოქმნისას, თითოეული ნახშირბადატომის ოთხი  $sp^3$  ჰიბრიდული ორბიტალებიდან სამი წყალბადატომის s ორბიტალით, ერთი კი სხვა ნახშირბადატომის  $sp^3$  ჰიბრიდული ორბიტალით გადაიფარება ( $sp^3-sp^3$  გადაფარვა).

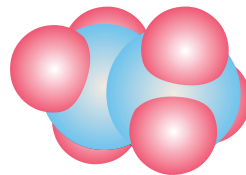


**ეთანის მოლეკულაში  $\sigma$  ბმების წარმოქმნის სქემა**

როგორც მეთანის მოლეკულაში, ასევე ეთანის მოლეკულაშიც ყველა ბმებს შორის კუთხეა  $109^{\circ}28'$ . ნახშირბადატომებს შორის ბმის სიგრძე კი 0,154 ნმ-ია. ქვემოთ მოცემულია ეთანის მოლეკულის ბურთულდეროვანი და მასშტაბური მოდელები.



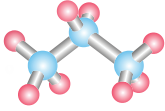
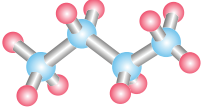
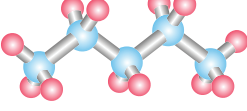



ეთანის მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდელი



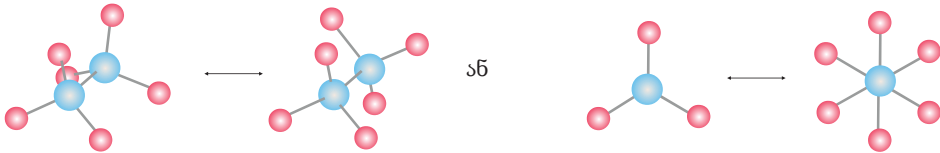
ეთანის მოლეკულის მასშტაბური მოდელი

ალკანების სხვა წარმომადგენლებშიც C-C ბმების სიგრძე 0,154 ნმ-ია, ყველა ნახშირბადის ანიონები რადგან  $sp^3$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია ბმის კუთხეა  $109^{\circ}28'$ , შედეგად ნახშირბადატომები წრფივად კი არა, არამედ ბუტანიდან ნაწყებული ზიგზაგის სახით მდებარეობს.

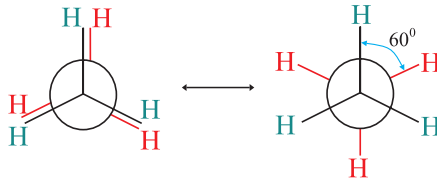


ალკანი	პროპანი	ბუტანი	პენტანი
სივრცითი აღნაგობა			
სტრუქტურული ფორმულა	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \text{CH}_3 \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_2 \quad \text{CH}_3 \end{array}$
			

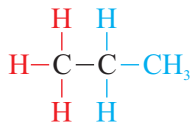
ალკანის მოლეკულაში ნახშირბადატომების ბრუნვა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ ისინი შეერთებულნი არიან  $\sigma$  ბმით. მაგალითად, ეთანის მოლეკულაში C-C ბმების არსებობის მანძილზე ნახშირბადატომების ბრუნვა არის ქვემოთ მოცემული სახის:



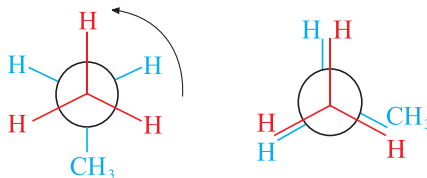
სქემატურად ამ ბრუნვის ჩვენება შეიძლება ქვემოთ მოცემული სახით.



პროპანის მოლეკულაში ვაჩვენოთ ნახშირბადატომების ბრუნვა C-C ბმების არსებობის მანძილზე. პროპანის მოლეკულაში არის ორი C-C ბმა. ამრიგად, როცა ვაკვირდებით ამ ბმებიდან ერთის ბრუნვას, უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ერთ ნახშირბადის ატომს 3 წყალბადის ატომი, მეორეს კი ორი წყალბადის ატომი და ერთი  $\text{CH}_3$  ჯგუფი უერთდება.



მაშინ სქემატურად ეს ბრუნვა შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით.





რა ისწავლეთ?

ორგანული ნივთიერებების მოლეკულებს ..... რომელიც აქვს ნახშირბადის ატომებს..... სივრცით მდგომარეობაზე დამოკიდებულია.  
 ალკანებში ნახშირბადატომები ..... რადეგანაც ამ მდგომარეობაშია ჰიბრიდის ორბიტალების სივრცითი მდგომარეობის შესაბამისად მათი მოლეკულები ..... არის. ყველა ბმების კუთხე....., ნახშირბადის ატომებს შორის ბმების სიგრძე ..... არის. ალკანის მოლეკულაში C-H ბმები ..... C-C ბმები კი .....ნარჩვეულ წარმოქმნება.

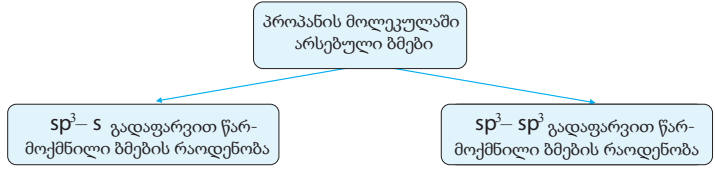
ჰიბრიდული ორბიტალები;  $sp^3$  ნმ; ტეტრაედრული აღნაგობა; სივრცითი აღნაგობა;  $sp^3 - s$  გადაფარვა;  $sp^3 - sp^3$  გადაფარვა  $sp^3$  ჰიბრიდული;  $109^{\circ}28'$



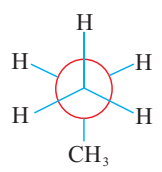
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- 1 როგორ ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია მეთანის მოლეკულაში ნახშირბადატომი?
- 2 ეთანის მოლეკულაში რისი ტოლია ვალენტური კუთხე და C-C ბმის სიგრძე?
- 3 რომელი ალკანის მოლეკულაში არის 12 ჰიბრიდული ორბიტალი?
- 4 როგორ შეიძლება აიხსნას მეთანის ტეტრაედრული აღნაგობა?
- 5 86 ფარდობითი მოლეკულური მასის მქონე ალკანის მოლეკულაში გამოიანგარიშეთ:
  - ა. C-H ბმების რაოდენობა
  - ბ. პროტონების რაოდენობა
  - გ.  $sp^3$  ჰიბრიდული ორბიტალების რაოდენობა
- 6 8 ჰიბრიდული ორბიტალის მქონე ალკანის მოლეკულაში  $sp^3-s$  გადაფარვით წარმოქმნილი რამდენი ბმა არსებობს?

7



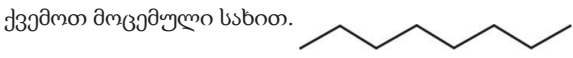
8



დაადგინეთ მოცემული მოლეკულის შედგენილობაში არსებული ნახშირბადისა და წყალბადატომების რაოდენობა.

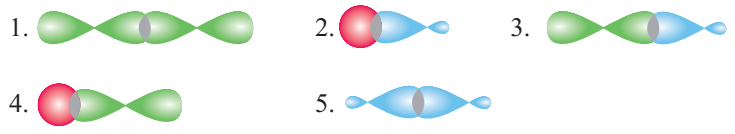
შეადგინეთ ალკანის ფორმულა, რომლის სტრუქტურული ფორმულა გამოისახება

9



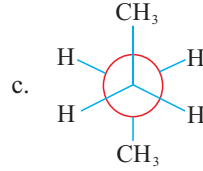
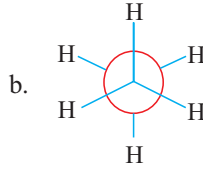
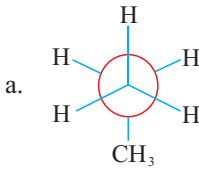
10

სქემის მიხედვით ორბიტალებიდან, რომელი გადაფარვით წარმოქმნილი ბმები შეესაბამება ეთილენის მოლეკულას?



- ა) 1, 4      ბ) 2, 5      გ) 3, 4      დ) 1, 2      ე) 2, 3

11 შეადარეთ მოცემული სტრუქტურები და დაადგინეთ შესაბამისობა.



12 ალკანებში, რადგანაც C-C ბმის სიგრძე 0,154 ნმ-ია, პროპანის მოლეკულაში პირველი და მეორე ნახშირბადატომებს შორის მანძილი 0,308 ნმ კი არ არის არამედ 0,250 ნმ-ია. განმარტეთ მიზეზი.



საშინაო დაფალება

პლასტილინისა და ასანთის ლერების გამოყენებით დაამზადეთ პროპანის მოლეკულის ბურთულღეროვანი მოდელი.

## თემა 2.3. ალკანების იზომერია

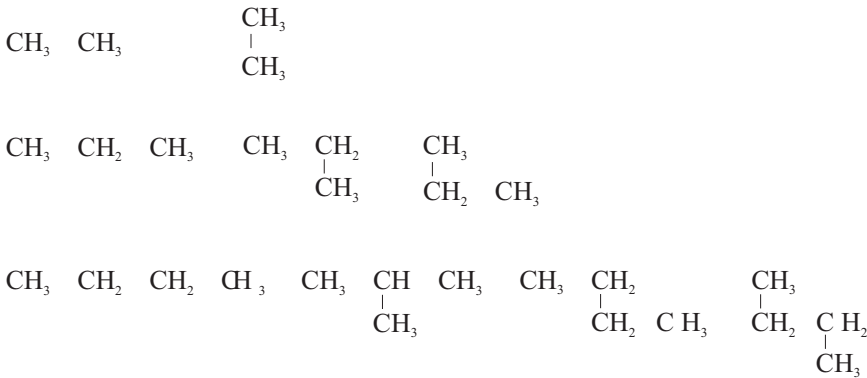


მოლეკულაში  $1 \leq n \leq 6$  ნახშირბადატომის მქონე ალკანების შედგენილობა 6 ფორმულით ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  და  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ) გამოისახება. მაგრამ მოლეკულაში  $1 \leq n \leq 6$  ნახშირბადატომის მქონე 13 ალკანი არსებობს.

თქვენი აზრით, რა არის ამ სხვაობის მიზეზი?

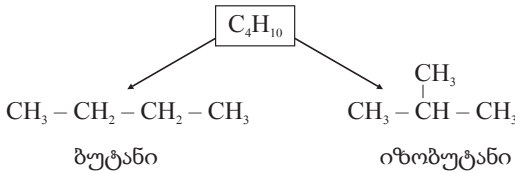


საქმიანობა

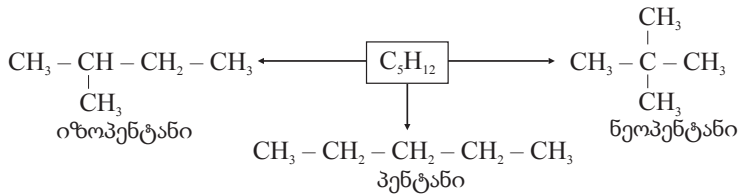


რამდენი ნივთიერებაა მოცემული თითოეულ რიგში?  
 ერთ რიგში მყოფ სხვადასხვა ნივთიერებებს, რომელი მხარეა და განშასხვაგებელი თვისებები ანახათებთ?

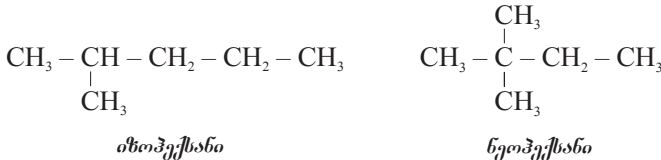
CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> და C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> ფორმულების შესაბამისი მხოლოდ ერთი ნივთიერება არსებობს, ე.ი. ამ ნივთიერებებს იზომერები არა აქვთ C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> ფორმულის შესაბამისი ორი ნივთიერების დაწერა შეიძლება.



ბუტანი და იზობუტანი სხვადასხვა ნივთიერებებია და განსხვავდებიან თვისებებითაც. მაგალითად ბუტანის დუღილის ტემპერატურაა -0,5°C, იზობუტანის კი -11,7°C-ია. ბუტანი არაგანშტოებული, იზობუტანი კი განშტოებული აღნაგობის ალკანია. ეს ნივთიერებები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან აღნაგობის მიხედვით. იზომერიას, მოლეკულაში ნახშირბადატომების შეერთების თანმიმდევრობის განსხვავების საფუძველზე ნახშირბადის ჯაჭვის ჩონჩხის იზომერია ეწოდება. ე.ი. ალკანებში ჩონჩხის იზომერია C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> ფორმულიანი წარმომადგენლით იწყება. მოლეკულაში ნახშირბადატომების რიცხვის გადიდებით სტრუქტურული იზომერების რიცხვი იზრდება. იზოპენტანი, პენტანი, ნეოპენტანი.



*ისტორიულად, დასახელებისას ალკანს, რომლის მქონე ნახშირბადატომთან არის ერთი CH<sub>3</sub>-ჯგუფი ემატება სიტყვა იზო-ხოლო თუ არის ორი CH<sub>3</sub>-ჯგუფი მაშინ ნეო-მაგალითად:*

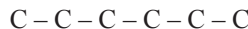


**6**

**იპუში**

დაწეროთ C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> შედგენულობის ალკანის სტრუქტურული ფორმულები.

1. ჯერ დაწეროთ არაგანშტოებული აღნაგობის ალკანის ფორმულა:



2. შემდეგ ნახშირბადატომებიდან ზოგიერთი თანმიმდევრულად შევავერთოთ, ერთი კი შესაძლო ვარიანტში განშტოებული სახით ვაჩვენოთ.

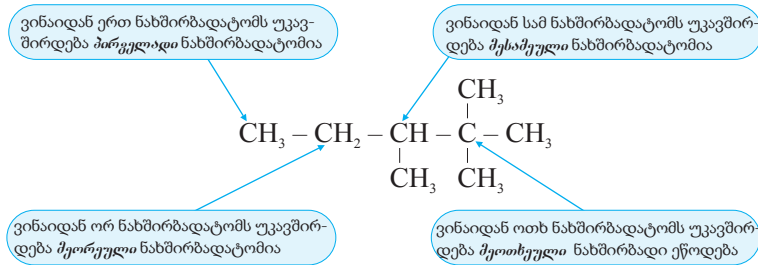


3. შემდეგ ნახშირბადატომებიდან ოთხი თანმიმდევრულად შევავერთოთ, ორი კი შესაძლო ვარიანტებით განშტოებული სახით ვაჩვენოთ.



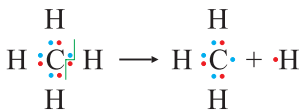
როგორც ჩანს,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  შედგენილობის 5 იზომერული ნივთიერება არსებობს.

ორგანული ნივთიერებების შედგენილობაში არსებული ნახშირბადატომები შეერთებული ნახშირბადატომების რიცხვის მიხედვით არსებობს *პირველადი*, *მეორეული*, *მესამეული* ან *მეოთხეული*.



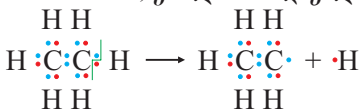
ალკანის მოლეკულიდან ერთი წყალბადატომის ჩამოშორების შედეგად მიღებულ ნაწილაკს *ალკილის რადიკალი* ეწოდება და მათი შედგენილობა შეიძლება გამოისახოს ზოგადი ფორმულით  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ . ალკილის რადიკალები ზოგიერთ შემთხვევაში R-ით აღინიშნება. მეთანის მოლეკულიდან ერთი წყალბადატომის ჩამოშორების შედეგად მიიღება  $\text{CH}_3$ , ამ დროს C-H ბმა გაწყდა ისე, რომ თითოეულ ატომს დარჩა გაუწყვილებელი ელექტრონი. ქიმიური ბმის ასეთ გაწყვეტას *ჰომოლიზური გაწყვეტა* ეწოდება.

**რადიკალი** - გარე შრეზე ერთი ან რამდენიმე თავისუფალი (გუწყვილებული) ელექტრონის მქონე ნაწილაკია. რადიკალები მძაფრი ქიმიური აქტიობის ნაწილაკებია და აძიეტომ ძინია არამდენადეზია.

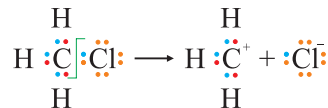


ალკილის რადიკალის დასახელებისათვის შესაბამისი ალკანის სახელწოდებაში "ან" დაბოლოება იცვლება "ილ" -ით. მაგალითად,  $\text{CH}_3$ -რადიკალს *მეთილის რადიკალი* ეწოდება.

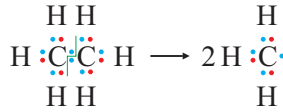
ეთანის მოლეკულაში მიუხედავად იმისა, რომ ორი ნახშირბადატომია, თითოეულისაგან წყალბადატომის ჩამოცილებით მსგავსი რადიკალი მიიღება. ამ რადიკალის ფორმულას  $\text{C}_2\text{H}_5$  - (ან  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 -$ ) *ეთილის რადიკალი* ეწოდება.



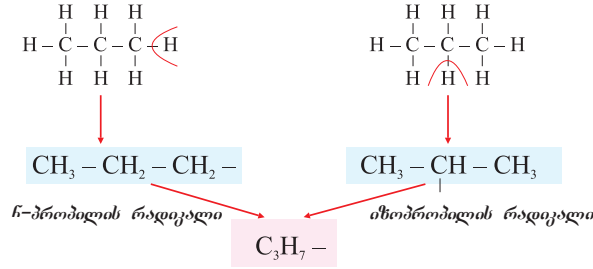
თუ ქიმიური ბმის გაწყვეტის დროს ბმის წარმოქმნილი საწიარო ელექტრონული წყვილი დარჩება ერთ ატომს, ამ დროს იონები წარმოიქმნება. ქიმიური ბმების ასეთ გაწყვეტას *ჰეტეროლიზური გაწყვეტა* ეწოდება. მაგალითად,



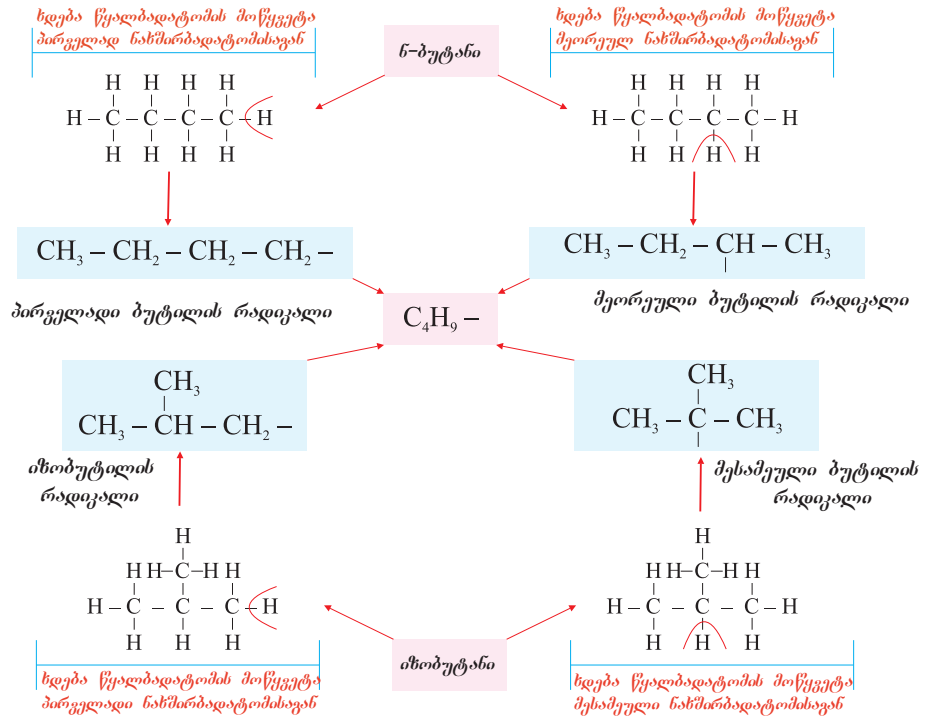
ალკილის რადიკალი წარმოიქმნება, როგორც ალკანის მოლეკულაში მყოფი C – H ბმების თანხარი, ასევე C – C ბმების ჰომოლიზური გაწყვეტით.



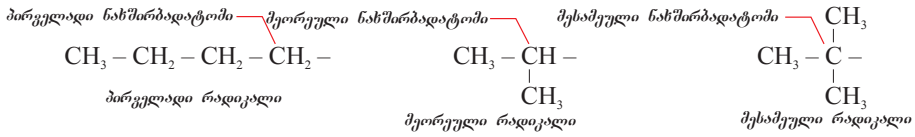
პროპანის მოლეკულიდან, რომელი ნახშირბადატომისაგან ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით შეიძლება ორი სხვადასხვა რადიკალის- *პროპილისა (n-პროპილი)* და *იზოპროპილის რადიკალების* მიღება.



C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>-ფორმულის რადიკალები წარმოიქმნება, როგორც ბუტანის, ასევე იზობუტანის მოლეკულიდან. ამ თითოეული მოლეკულიდან, რომელი ნახშირბადატომისაგან ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით შეიძლება მივიღოთ ოთხი სხვადასხვა რადიკალი: *პირველი ბუტილი, იზობუტილი, მეორეული ბუტილი და მესამეული ბუტილი*.



გაუწყვილებელი ელექტრონის მქონე ნახშირბადატომის სახეობიდან გამომდინარე ნახშირწყალბადის რადიკალები იყოფა *პირველად, მეორეულ და მესამეულ* რადიკალებად.

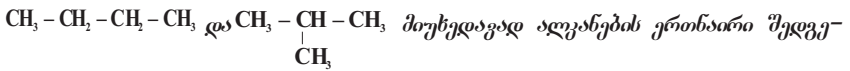


მოცემული ალკილის რადიკალები შეიძლება დავაჯგუფოთ ქვემოთ მოცემული სახით:

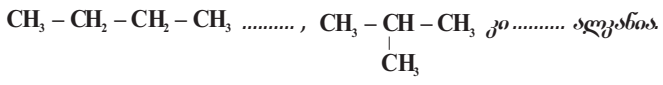
ალკანი	წარმოქმნილი ალკილის რადიკალი	რადიკალის დასახელება	რადიკალის სახეობა
$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ ეთანი	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 -$	ეთილი	პირველადი
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ პროპანი	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$	პროპილი	პირველადი
	$\text{CH}_3 - \text{CH} -$   $\text{CH}_3$	იზოპროპილი	მეორეული
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ნ-ბუტანი	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$	პირველადი-ბუტილი	პირველადი
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} -$   $\text{CH}_3$	მეორეული-ბუტილი	მეორეული
$\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3$   $\text{CH}_3$ იზობუტანი	$\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 -$   $\text{CH}_3$	იზობუტილი	პირველადი
	$\text{CH}_3 - \text{C} -$   $\text{CH}_3$	მესამეული-ბუტილი	მესამეული

**რა ისწავლეთ?**

ფარდობითი მოლეკულური მასის, რაოდენობისა და ხარისხის ერთნაირი შედგენილობის განსხვავებული ატომებისა და თვისებების მქონე ნივთიერებებს..... ამ მოვლენას ეი ..... ეწოდება



.....



ალკანის მოლეკულიდან ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით ..... მიიღება.

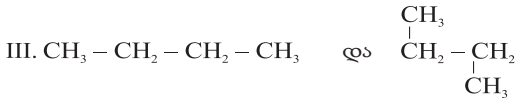
არაგანსტოებული ატომების; განსტოებული ატომების; ალკილის რადიკალი; იზომერია; ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია.





შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1 რომელი ნივთიერებათა წყვილები იზომერებია?



2 შეარჩიეთ მეორეული რადიკალები  
 1. პროპილი 2. მეორეული ბუტანი 3. იზობუტილი 4. იზოპროპილი 5. ეთილი

3 ბუტანი და იზობუტანი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან:  
 1. ფარდობითი მოლეკულური მასის მიხედვით  
 2. მოლეკულების აგებულების მიხედვით  
 3. მოლეკულაში არსებული პირველადი ნახშირბადატომების რაოდენობის მიხედვით.  
 4. რაოდენობრივი შედგენილობის მიხედვით

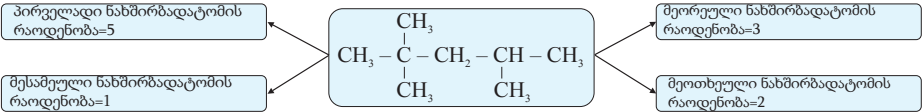
4  $\begin{matrix} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$  და  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  რატომ არის იზომერული ნივთიერებები?

5 რამდენი წყალბადატომი არის 16 ატომის მქონე ალკილის რადიკალში?

6 ეთანის მოლეკულაში მყოფი წყალბადატომებიდან ერთ-ერთი რომელი რადიკალით უნდა შევცვალოთ, რომ იზოპენტანი მივიღოთ?

7  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  რამდენი განსხვავებული ალკილის რადიკალი მიიღება მოლეკულაში მყოფი C - C და C - H ბმების გაწყვეტით?

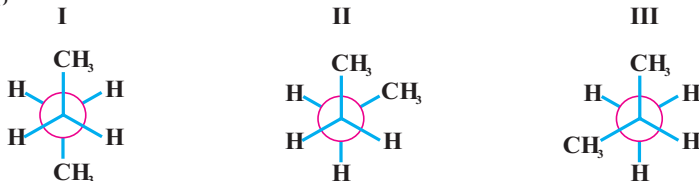
8 განსაზღვრეთ სწორი პასუხები.



9 რომელი რადიკალების შეერთებით მიიღება იზოპექსანი?  
 1. პროპილი და იზოპროპილი 2. მეორეული ბუტილი და ეთილი 3. ეთილი და იზობუტილი

10 შეაერთეთ იზოპროპილი და მესამეული ბუტილის რადიკალები და განსაზღვრეთ მიღებული ალკანის მოლეკულაში მყოფი პირველადი ნახშირბადატომების რაოდენობა.

11 მოცემული სტრუქტურები შეადარეთ და დაადგინეთ ერთნაირი ნივთიერებები და იზომერები



12 შესაძლებელია მეოთხეული ალკილის რადიკალი? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.

## თემა 2.4. ალკანების დასახელება



მ.გ. ახუნდოვის სახელობის აზერბაიჯანის ეროვნული ბიბლიოთეკა აზერბაიჯანის ყველაზე დიდი ბიბლიოთეკაა. ბიბლიოთეკის ფონდში ინახება 4,5 მილიონზე მეტი ეგზემპლარი დაბეჭდილი მასალა. ამდენი წიგნი თაროებზე გარკვეული წესების მიხედვით თავსდება და თითოეულ წიგნს მოთავსებული ადგილის მიხედვით გარკვეული კოდი აქვს. ამ კოდის საფუძველზე თითოეული ბიბლიოთეკარი მოთხოვნილ წიგნს მოკლე დროში პოულობს და გადასცემს მკითხველს.



*თუ ბიბლიოთეკაში არსებული წიგნები თაროებზე არეულად (უწყესრიგოდ) იქნება მოთავსებული, შესაძლებელია მათი მოკლე დროში პოვნა და მკითხველისათვის გადაცემა?*

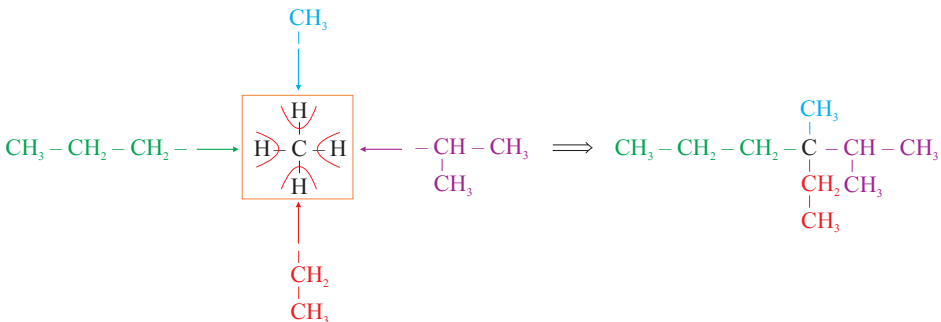
*თუ გაითვალისწინებთ, რომ ალკანები ძალიან ბევრია, მათი დასახელებისათვის შეიძლება მოცემული სახელების გამოყენება გარკვეული წესების საფუძველზე? როგორ შეიძლება დაფადავინოთ ალკანების დასახელების წესები?*

XIX საუკუნის ბოლო წლებამდე ორგანული ნივთიერებების დასახელების რაიმე ზოგადი წესი არ არსებობდა. მიუხედავად იმისა, რომ ამ დრომდე მართალია აღმოჩენილი იყო საკმარისი რაოდენობის ორგანული ნივთიერებები, მათ ეძლეოდათ შემთხვევითი სახელები. მაგალითად, მეთანი, ეთანი, პროპანი, ბუტანი, იზობუტანი *ისტორიული (ტრადიციული)* სახელწოდებებია და დღესაც გამოიყენება. მაგრამ ორგანული ნივთიერებების რიცხვის მკვეთრმა ზრდამ გარკვეული წესების საფუძველზე საჭირო გახადა ამ ნივთიერებების დასახელება. ამ მიზნით შემოთავაზებული იქნა სხვადასხვა დასახელების ხერხები. ამ წესების ცოდნით შევძლებთ ორგანული ნაერთების დასახელებას და პირიქით, მათი სახელის საფუძველზე შევძლებთ სტრუქტურის შედგენას

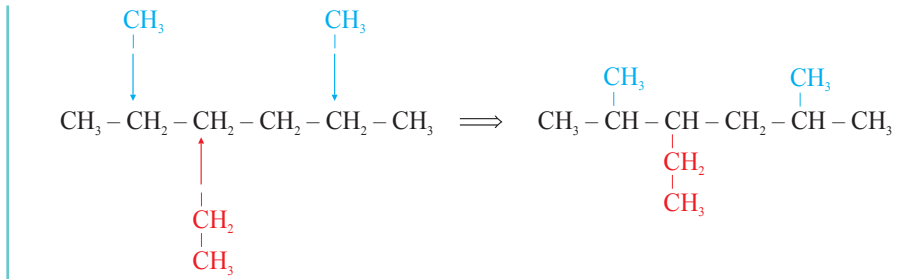


### საქმიანობა

როგორც ქვემოთ მოცემული სქემაშია მეთანის მოლეკულაში მყოფი წყალბადატომები ჩავანაცვლოთ სხვადასხვა რადიკალებით.



არაგანშტოებული აღნაგობის  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  (ჰექსანი) მოლეკულაში მყოფი ზოგიერთი წყალბადატომები ჩავანაცვლოთ სხვადასხვა რადიკალებით, როგორც მომდევნო სქემაშია მოცემული.



*რომელ ხერხებს უმჯობესადაა შესაძლებელი ნახშირწყალბადების დასახელებისათვის ნახშირწყალბადების ძირითადი სახელწოდებისა და რადიკალების სახელწოდების გამოყენებით?*

ნივთიერების დასახელებისათვის ზოგ შემთხვევაში გამოიყენება ეფექტური (რაციონალური) დასახელების ხერხები. რაციონალური დასახელების მიხედვით ყველა ნახშირწყალბადს განიხილავენ როგორც მეთანის წარმოებულს, რომელშიც ერთი ან რამდენიმე წყალბადი ჩანაცვლებულია ნახშირწყალბადის რადიკალით. მაგალითად, ამ დასახელების მიხედვით, ნივთიერება  $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$  განიხილება, როგორც მეთანის მოლეკულაში მყოფი ერთი წყალბადატომი ჩანაცვლებული მეთილის რადიკალით.



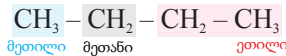
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  მოლეკულაში ყველაზე განშტოებული (ცოტა წყალბადატომის მქონე) ნახშირბადატომი მიჩნეულია როგორც მეთანის მოლეკულის ნახშირბადატომი.



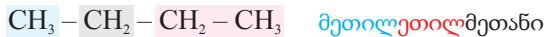
ე.ი. ამ დასახელების მიხედვით  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  მეთანის მოლეკულაში ორი წყალბადატომის მეთილის რადიკალით ჩანაცვლებული პროფუქტია. თუ რადიკალების რიცხვი ერთზე მეტია დი-(2), ტრი-(3) და ტეტრა-(4) რადიკალების გამოყენება ხდება.



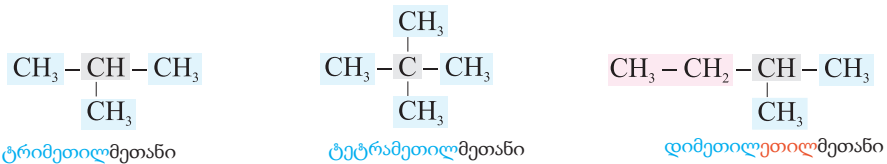
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  ნივთიერების ამ ხერხით დასახელების დროს, შუაში მყოფი ორი ნახშირბადატომიდან, მნიშვნელობა არა აქვს, თუ რომელი მიიჩნევა მეთანის ნახშირბადატომად.

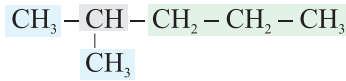


თუ ალკანის მოლეკულაში რადიკალები სხვადასხვანაირი იქნება, ამ ხერხის დროს ისინი იკითხება მარტივი აგებულებიდან რთულის მიმართულებით (მეთილი, ეთილი, პროპილი და სხვა თანმიმდევრობით).

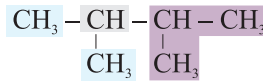


დავაკვირდეთ ამ ხერხით ზოგიერთი ალკანის დასახელებას





დიმეთილპროპილმეთანი



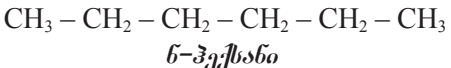
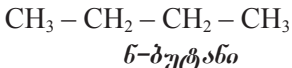
დიმეთილიზოპროპილმეთანი

ალკანის მოლეკულაში ნახშირბადატომების რაოდენობის ზრდასთან ერთად რთულდება ამ სახის დასახელების გამოყენება.

დღესდღეობით ნივთიერებების *საერთაშორისო ნომენკლატურის* საფუძველზე დასახელება უფრო ფართოდ გამოიყენება. ამრიგად ალკანების პირველი ოთხი წარმომადგენლის (მეთანი, ეთანი, პროპანი და ბუტანი) სახელწოდებები ისტორიული წარმოშობისაა, მომდევნო წარმომადგენლების სახელწოდებები უმთავრესად წარმოიშვა რიცხვთა ბერძნული (ზოგჯერ ლათინური) სახელწოდებებისაგან. მაგალითად, პენტანი, ჰექსანი, ჰეპტანი, ოქტანი, ნონანი (ლათინურად რიცხვი), დეკანი და სხვა სახით დასახელდება. საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე ალკანების აღნიშნული სახელები მათი განუტოტველი ჩონჩხის მქონე წარმომადგენლებისათვისაა მოცემული და ამ დროს შესაბამისი ალკანის სახელწოდების წინ დაემატება ასო n (ნორმალური).

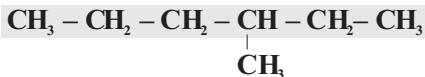
**?** *აქით თუ არა, რომ...*

საერთაშორისო ნომენკლატურა საერთაშორისო ქიმიის თეორიული და გამოყენებითი საზოგადოებების (International Union of Pure and Applied Chemistry – IUPAC) მხრიდანაა შექმნილი. ეს ორგანიზაცია ნივთიერებების ნომენკლატურის შემდგენი და გამაგრცელებელი საერთაშორისო ორგანიზაციაა. 1973 წლიდან 45 ქვეყნის სამეცნიერო ორგანიზაციებმა IUPAC-ის წევრები არიან.

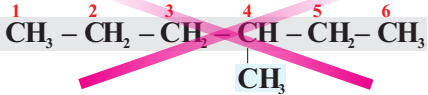
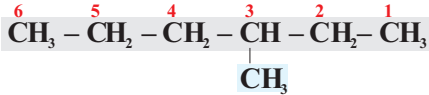
საერთაშორისო დასახელებაში განტოტვილი აღნაგობის ალკანები დასახელდება, როგორც განუტოტველი აგებულების ალკანების წარმოებულები. ამიტომაც განტოტვილი აღნაგობის ალკანების სახელწოდებაში აისახება შესაბამისი განუტოტველი აღნაგობის ალკანის სახელი, ასევე ამ მოლეკულასთან დაკავშირებული რადიკალის ადგილი, რაოდენობა და სახელი. ამ მიზნით ალკანების საერთაშორისო ნომენკლატურით დასახელება წარმოებს ქვემოთ მოცემული თანმიმდევრობით.

1. შეირჩევა ალკანის მოლეკულაში ნახშირბადატომებისაგან შექმნილი ყველაზე *გრძელი ჯაჭვი*. მაგალითად:



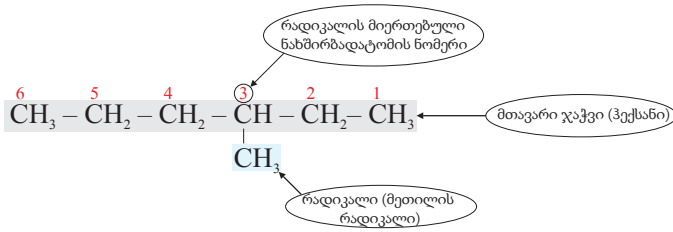
მთავარ ჯაჭვში არის n ნახშირბადატომი.

2. მთავარ ჯაჭვს ნომრავენ იმ ბოლოდან, რომელთანაც უფრო ახლოსაა რადიკალი.



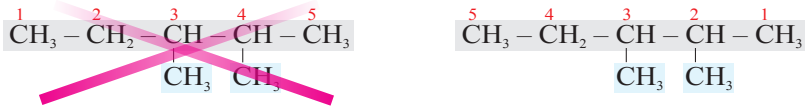
*პირველ შემთხვევაში სწორედ არის დანომრული მთავარი ჯაჭვი. რადგან მეორე შემთხვევისაგან განსხვავებით მეოთხის რადიკალი მეოთხე კი არა, მესამე ნახშირბადატომს უერთდება. ე.ი. ამ შემთხვევაში დანომრვა უნდა მომხდარიყო იმ ბოლოდან, რომელთანაც უფრო ახლოსაა რადიკალი.*

3. თავდაპირველად იწერება ნახშირბადის ნომერი, რომელთანაც დაკავშირებულია რადიკალი, იკითხება რადიკალის სახელი და ამის შემდეგ მთავარი ჯაჭვის სახელი.



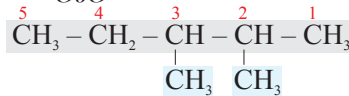
**3-მეთილჰექსანი**

თუ მთავარ ჯაჭვში ორი ან უფრო მეტი რადიკალი იქნება, მაშინ დანომრვა იწყება იმ ბოლოდან, სადაც უფრო ახლოსაა რადიკალი. მაგალითად,



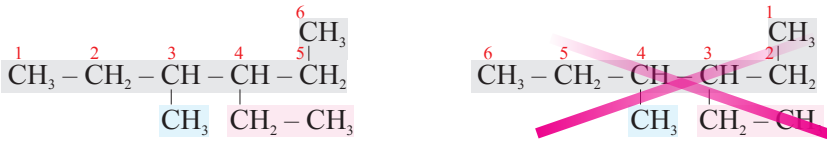
*დანომრვა სწორია მეთორე შეთხვევაში, რადგან ამ მდგომარეობაში ყველაზე ახლი რადიკალი მეთორე ნახშირბადატომს უკავშირდება.*

ასეთ ალკანის დასახელებისას ციფრით მიუთითებენ მთავარ ჯაჭვში, თუ რომელ ნახშირბადატომთანაა მიერთებული რადიკალი. მთავარ ჯაჭვში ერთნაირი რადიკალების განმეორებისას **დი-(2), ტრი-(3), ტეტრა-(4)** და სხვა რიცხვები გამოიყენება.



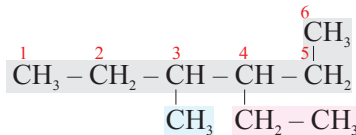
**2,3-დიმეთილპენტანი**

თუ მთავარ ჯაჭვში ორივე ბოლოს ერთნაირ დამორებაზე ორი სხვადასხვა რადიკალი იქნება, მაშინ დანომრვა დაიწყება მარტივი რადიკალის მხრიდან რთულის მიმართულებით.



*დანომრვა სწორია პირველ შეთხვევაში. რადგან ამ მდგომარეობაში უფრო მარტივი რადიკალი მეთილი შესაბამე ნახშირბადატომს უკავშირდება.*

ასეთი ალკანების დასახელებისას რადიკალები იკითხება მარტივი აგებულებიდან რთულის მიმართულებით.

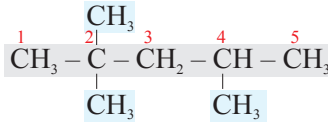


**3-მეთილ-4-ეთილჰექსანი**

ნახშირწყალბადის მთავარ ჯაჭვში სამი ან უფრო მეტი რადიკალის მქონე ალკანებში თუ ორი რადიკალი ორივე ბოლოს ერთნაირ დამორებაზე უკავშირდება, მაშინ დანომრვას იწყებენ იმ ბოლოდან, სადაც მეტია განტოტვა.

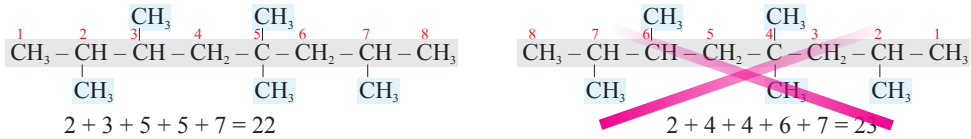


დანომრვა სწორია პირველ შემთხვევაში ვინაიდან ამ შემთხვევაში ორი მეთილის რადიკალი უკავშირდება მეორე ნახშირბადატომს.

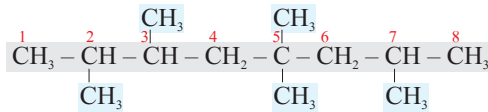


2,2,4-ტრიმეთილპენტანი

ძირითად ჯაჭვში რადიკალების რაოდენობის ზრდასთან ერთად რთულდება დასანომრი მხარის შერჩევა. თუ ჩანაცვლებული რადიკალები ძირითად ჯაჭვში ბოლოებიდან თანაბრადაა დაშორებული, მაშინ განტოტვის ახლო მხარე განისაზღვრება იმ ნახშირბადატომების ნომრების ჯამის გამოანგარიშებით, რომლებთანაც დაკავშირებულია რადიკალები. ვინაიდან, რაც უფრო ახლოა ეს განტოტვა, ეს ჯამი უფრო მცირეა.

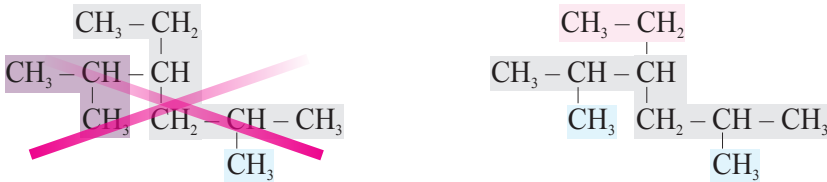


დანომრვა სწორია პირველ შემთხვევაში ვინაიდან ამ შემთხვევაში რადიკალებით ჩანაცვლებული ნახშირბადატომების ნომრების ჯამი უფრო მცირეა.

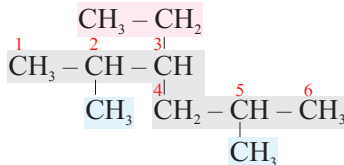


2,3,5,5,7-პენტამეთილოქტანი

ალკანის მოლეკულაში, თუ იქნება ორი ან უფრო მეტი ყველაზე გრძელი ნახშირბადის ჯაჭვი, ამ შემთხვევაში მთავარი იქნება ის ჯაჭვი, რომელიც შეიცავს რადიკალების მეტ რიცხვს.



მეორე შემთხვევაში სწორედ არის შერჩეული ჯაჭვი, ვინაიდან პირველ შემთხვევაში ძირითად ჯაჭვში არის ორი (ერთი მეთანი და ერთი ანისობრომილი), მეორე შემთხვევაში კი სამი (ორი მეთილი და ერთი ეთილი) რადიკალი.



2,5-დიმეთ-3-ეთილჰექსანი



რა ისწავლეთ?

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
 ნივთიერების ..... საფუძველზე სახელწოდება 2 - მეთილპროპანი,.....საფუძველზე კი სახელწოდება ტრიმეთილმეთანია. იზობუტანი კი ამ ნივთიერებების ..... .

საერთაშორისო ნომენკლატურა, რაციონალური ნომენკლატურა; ისტორიული სახელწოდება.



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1. დაადგინეთ ალკანებისათვის დარქმეული ისტორიული სახელწოდებები.  
 1. ეთანი 2. პენტანი 3. 2-მეთილპროპანი 4. ბუტანი 5. დიმეთილმეთანი.  
 ა) 2, 5 ბ) 3, 4 გ) 2, 4 დ) 3, 5 ე) 1, 4

2. დალაგეთ ალკანები მოლეკულაში მყოფი ნახშირბადატომების რაოდენობის ზრდის მიხედვით.  
 1. მეთილეთილმეთანი 2. 2,2-დიმეთილპროპანი 3. იზოპექსანი

3. 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$$
 დაასახელეთ ალკანი საერთაშორისო ხერხით.

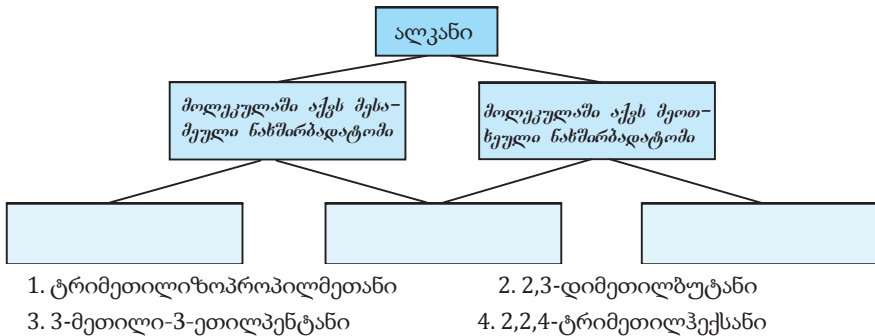
4. 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
 დაასახელეთ ალკანი რაციონალური მეთოდით.

5. თუ 0,2 მოლში 12 გრ. ნახშირბადის მქონე ალკანის მოლეკულაში არის ერთი მესამეული ნახშირბადატომი, დაასახელეთ ის საერთაშორისო ხერხით.

6. მეთილეთილმეთანის მოლეკულაში მყოფი ერთი მეთილის რადიკალი ჩაანაცვლეთ იზოპროპილის რადიკალით და მიღებული ალკანი დაასახელეთ რაციონალური ხერხით.

7. რომელი რადიკალები მიიღება 2-მეთილბუტანში მყოფი C-C ბმების გაწყვეტის შედეგად?  
 ა. მეთილი და მეორეული ბუტილი  
 ბ. ეთილი და პროპილი  
 გ. იზოპროპილი და მეთილი

8. ალკანები დაყავით სქემის მიხედვით



9. დაწერეთ დიმეთილეთილმეთანის სტრუქტურული ფორმულა.

10. დაასახელეთ იზობუტილისა და ეთილის რადიკალებისაგან შემდგარი ნახშირწყალბადი საერთაშორისო ნომენკლატურისა და რაციონალური ხერხის საფუძველზე.



11 ნორმალური ჰექსანის მოლეკულაში მეორე ნახშირბადატომთან მეთილის, მეოთხე ნახშირბადატომთან კი იზოპროპილის რადიკალის დაკავშირებით მიღებული ნივთიერება შეიძლება დავასახელოთ, როგორც 2-მეთილ-4-იზოპროპილჰექსანი? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.

12 2,3 - დიმეთილპენტანის მოლეკულაში არის ორი მესამეული ნახშირბადატომი. თქვენი აზრით, რაციონალური ხერხით დასახელებისას რომელი მესამეული ნახშირბადატომი განიხილება, როგორც მეთანის მოლეკულის ნახშირბადატომი?

## თემა 2.5. ალკანების მოპოვება და მიღება ბუნებაში



რა შეიძლება თუ ჭაობის ფსკერს, რომელიც არ არის ღრმა და ძალიან დაბინძურებულია, ჯონით დაფარბილებთ?

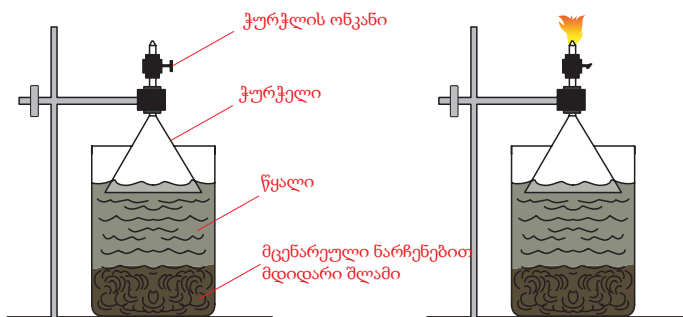
### ბუნებაში მოპოვება

თხევად და მყარ მდგომარეობაში არსებული ალკანები ბუნებაში ძირითადად გვხვდება ნავთობის შედგენილობაში. აირად მდგომარეობაში მყოფი ალკანები კი, გვხვდება როგორც ნავთობში გახსნილი სახით, ასევე ნავთობის ფენის ზედაპირზე მყოფ აირად შრეში (ნავთობთან ერთად ამოსულ აირებში). ბუნებრივი აირის მთავარი ნაწილი (80-97%) მეთანია. მეთანი ბუნებაში ყველაზე მეტად გავრცელებული ნაჯერი ნახშირწყალბადია. ბუნებრივი გაზის შედგენილობაში ასევე ცოტა რაოდენობით შედის ეთანი, პროპანი და ბუტანი.

ალკანების ბუნებრივი წყაროები	შედგენილობაში შემაჯავლი ალკანები
ბუნებრივი აირი	ძირითადად CH <sub>4</sub> , ასევე ცოტა რაოდენობით C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> და C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
ნავთობი	თხევად და მყარ, ასევე გახსნილ მდგომარეობაში არსებული აირადი სახის ალკანები
ნავთობთან ერთად ამოსული აირი	ძირითადად CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> და სხვა.



### საქმიანობა



თურამდენიმე დღის განმავლობაში ჰურჭლის თბილ ადგილას შენახვის შემდეგ ჰურჭლის ონკანს მოვუშვებთ და მილთან ანთებულ ღერს მივიტანთ გამოყოფილი აირი დაიწვება.

რომელი აირი გამოიყოფა ჰურჭლიდან?

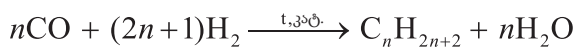
ეს აირი რატომ და რომელი პროცესის შედეგად წარმოიქმნება?

მეთანი ჭაობის აირების მთავარი შემადგენელი ნაწილია, ამიტომ მას “ჭაობის აირსაც” უწოდებენ. ჭაობის აირების შედგენილობაში ასევე ცოტა რაოდენობით შედის CO<sub>2</sub> და N<sub>2</sub>. ეს აირები ჭაობის ფსკერზე არსებული მცენარეული ნარჩენების უყანგბადო პირობებში ანაირობული ბაქტერიების ზემოქმედებით დაშლის შედეგად მიიღება.

**მიღება**

**მრეწველობაში** ალკანები, ძირითადად მიიღება ნავთობისა და ბუნებრივი აირისაგან.

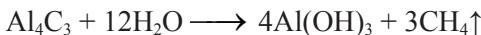
ალკანების ნარევის მიღება აგრეთვე შეიძლება სინთეზური აირიდან კატალიზატორის თანხლებით.



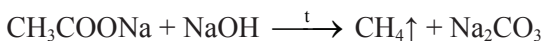
ალკანების ნარევის გამოყენება შეიძლება, როგორც ძრავის საწვავი (სინთეზური ბენზინი). ეს მეთოდი პირველად 1926 წელს გერმანელი მეცნიერების ფ. ფიშერისა და გ. ტროფის მხრიდან განხორციელდა.

**ლაბორატორიაში** ალკანების მიღება შეიძლება ქვემოთ მოცემული წესებით.

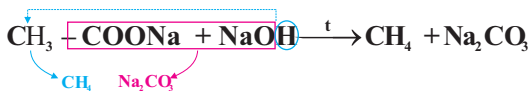
1. ალუმინის კარბიდის ჰიდროლიზის შედეგად მიიღება მეთანი.



2. მიიღება მეთანი ნატრიუმის აცეტატის და მყარი ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ნარევის გახურებით:



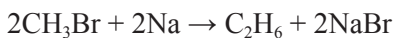
ეს რეაქცია სქემატურად შეიძლება გამოვსახოთ ქვემოთ მოცემული სახით:



რომელი მუავის მარილი უნდა გამოვიყენოთ რეაქციის დროს, რომ სხვა ალკანებიც ამ ვნით მივიღოთ. მაგალითად



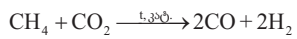
3. ალკანების მონოჰალოგენური წარმოებულების (ჰალოგენალკანების) ნატრიუმთან რეაქციით მიიღება ალკანები. ეს რეაქცია პირველად 1855 წელს ფრანგმა ქიმიკოსმა შ.ა. ვიურცმა ჩაატარა და ვიურცის რეაქცია ეწოდა. მაგალითად, მეთილბრომიდის ნატრიუმთან რეაქციით მიიღება ეთანი.



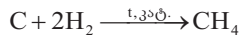
ანტარქტიდაზე ყინულის ფენების ქვეშ არის უზარმაზარი მეთანის საბადოები. პნ ათასი წლის წინ ანტარქტიდის ტერიტორიაზე მყოფი ხშირი ტყეები გამყინვარების შედეგად დაინახა ყინულის ფენებს ქვეშ და მათი ნარჩენები მიკროორგანიზმების ზემოქმედების შედეგად თანდათან გარდაიქმნა მეთანად.



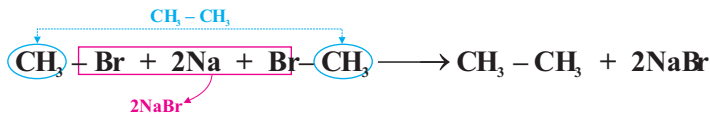
ბუნებრივი აირის (CH<sub>4</sub>) წყლის ოთქკითან ან ნახშირბადის აირთან კონფერციის რეაქციით მიიღება სინთეზური აირი.



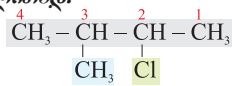
ნიკელის კატალიზატორის მონაწილეობით 500°C ტემპერატურაზე მარტივი ნივთიერებებიდან მიიღება მეთანი:



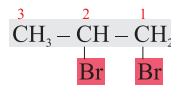
ეს რეაქცია სტემატურად შეიძლება გამოვსახოთ ქვემოთ მოცემული სახით:



ალკანების ჰალოგენწარმოებულები ალკანების მოლეკულაში წყალბადატომების ჰალოგენატომებით ჩანაცვლების პროდუქტებია. მოლეკულაში მყოფი ჰალოგენატომის რაოდენობის მხედვით ჰალოგენწარმოებულები არის მონოჰალოგენური, დიჰალოგენური და სხვა. მათი საერთაშორისო სერხით ნომენკლატურა ალკანების დასახელების მხედვითაა. ამ დროს მთავარი ჯაჭვის დასაშვარა ჰალოგენის ატომის მხრიდან იწყება, ჯაჭვში უნდა იყოს ნახევრები ჰალოგენის ადგილი და სახელი. მაგალითად:

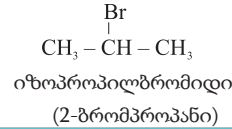
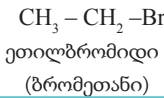
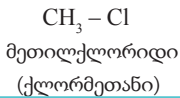


2-ქლორ-3-მეთილბუტანი



1,2-დიბრომპროპანი

ამ ნივთიერებებს რაციონალური სერხით მოცემული სახელებიც ფართოდ გამოიყენება. ამ მდგომარეობაში პირველად დასახელებია ნახშირწყალბადის რადიკალის, შემდეგ ჰალოგენის სახელი.



როგორც ხედავთ, ალკანების მონოჰალოგენური წარმოებულების ნატრიუმთან ურთიერთქმედების დროს ხდება ნახშირბადის ჯაჭვის გაზრდა და შედეგნილობაში წყვილი ნახშირბადატომის მქონე სიმეტრიული აგებულების ალკანების მიღება.



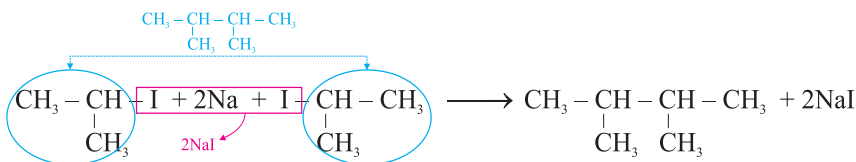
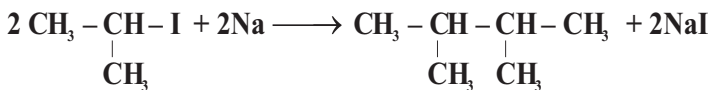
სიმეტრიული ალკანის მოლეკულაში მყოფი გარკვეული C-C ბმის გაწყვეტის დროს ორი ერთნაირი რადიკალი წარმოიქმნება. სიმეტრიული ალკანის მოლეკულის ერთი ნახელი მეთორე ნახელის სარკეში ანარეკლია.



მარლ ადოლფ ვიურცი (1817-1884)

ფრანგი ქიმიკოსი. ჰალოგენალკანებიდან ალკანების მიღების მეთოდები შეიმუშავა. პირველმა მიიღო ალკილამინები.

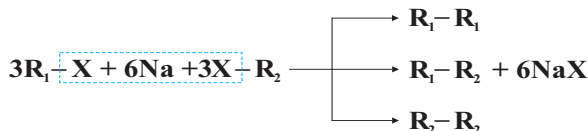
იზოპროპილიდიდის ნატრიუმთან რეაქცია მიმდინარეობს ქვემოთ მოცემული სახით:



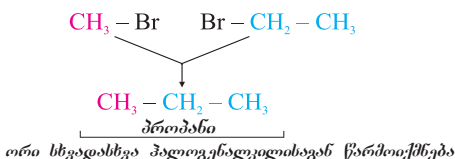
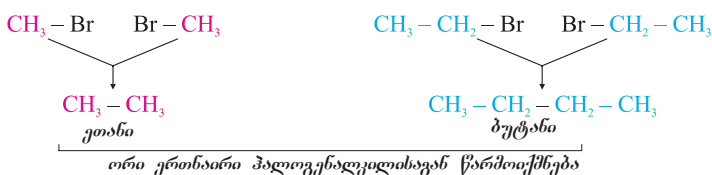
ვიურცის რეაქცია ზოგადი სახით შეიძლება ვაჩვენოთ როგორც ქვემოთაა მოცემული:



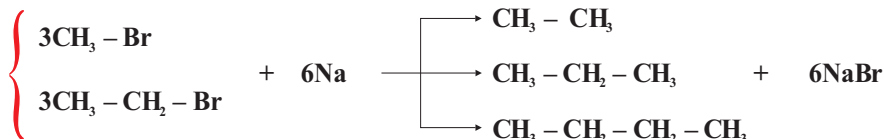
ორი განსხვავებული ჰალოგენალკანის ნატრიუმთან რეაქციით სამი სხვადასხვა ალკანის ნარევი მიიღება.



მაგალითად, მეთილბრომიდისა და ეთილბრომიდის ნარევის ნატრიუმთან რეაქციით ქვემოთ მოცემული ალკანები მიიღება:



რეაქცია შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით:



როგორც ჩანს, ამ მდგომარეობაში მიღებული ალკანებიდან ორის მოლეკულაში ლუწი, ერთის მოლეკულაში კი კენტი რაოდენობის ნახშირბადატომი იქნება.

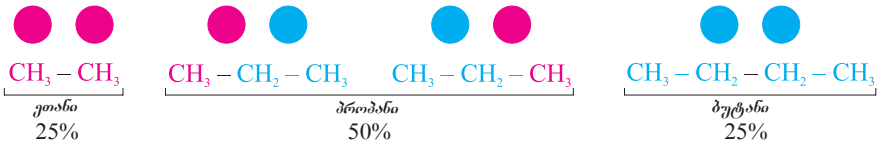


**იცით თუ არა, რომ...**

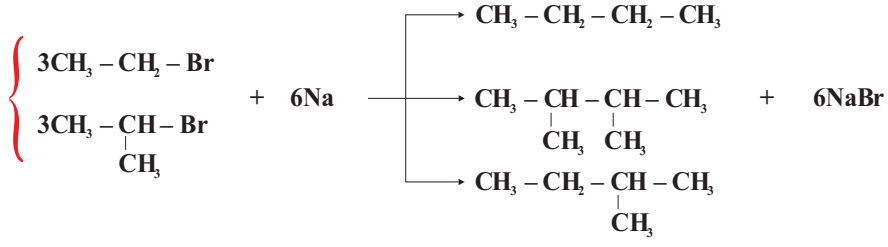
მეთილბრომიდისა და ეთილბრომიდის ნარევის ნატრიუმთან რეაქციით მიღებული ალკანების ნარევეში სხვადასხვა რადიკალების შეერთებით მიღებული ალკანების მოლეკური რიცხვი ერთნაირი რადიკალების შეერთებით მიღებულ ალკანებზე შეტია და ალკანების მოლეკური თანაფარდობა დაახლოებით არის 1:2:1 (25% : 50% : 25%) ეს მოლეკური თანაფარდობა შეიძლება ახსნას შესაძლო შემთხვევების რაოდენობის განსაზღვრითაც. დავუშვათ, რომ ერთ ყუთში 2 წითელი და ორი ლურჯი ბუშტია. მორიგეობით ყუთიდან ორ ბუშტს თუ ამოვიღებთ, მივიღებთ ქვემოთ მოცემულ 4 შესაძლო შემთხვევას.



თუ წითელი ბუმბები აქნება მეთილის, ლურჯი ბუმბები კი ეთილის რადიკალები, მიიღება ქვემოთ მოცემული ნივთიერებები:



ეთილბრომიდის და იზოპროპილბრომიდის ნარევის ნატრიუმთან რეაქციის ტოლობა შეიძლება დაიწეროს ქვემოთ მოცემული სახით:



**რა ისწავლეთ?**

$\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH}_2\text{Cl}$  ეთანის ..... ,  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl}$  -კი ..... -ია.  
 ერთი ალკილქლორიდის ნატრიუმთან რეაქციით.....მიიღება. ორი სხვადასხვა ალკილქლორიდის ნატრიუმთან რეაქციით 3 ალკანის ნარევი მიიღება. ამ ალკანებიდან ერთი .....-ია. ამ რეაქციებს ..... ეწოდება.

**მონოჰალოგენური წარმოებული; დიჰაბრიდული წარმოებული; ვიურცის რეაქცია; სიმეტრიული ალკანი; არასიმეტრიული ალკანი.**

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

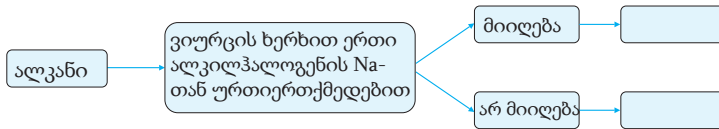
- 1 რომელი აირი შეადგენს ბუნებრივი აირის ძირითად ნაწილს?
- 2 განსაზღვრეთ  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COONa}$  მარილის  $\text{NaOH}$ -თან ურთიერთქმედების შედეგად მიღებული ალკანი.
- 3 იცვლება ნახშირბადატომის ჰიბრიდული მდგომარეობა ჰალოგენალკილიდან ალკანის მიღების დროს? ახსენით მაგალითით
- 4 ქლოეთანის და 1,2- დიქლორეთანის მოლეკულებისათვის ერთნაირია:
  1. მოლეკულაში მყოფი ატომების რაოდენობა
  2. პოლარულ-კოვალენტური ატომების რაოდენობა
  3. წყალბადატომების რაოდენობა
 ა) მხოლოდ 1    ბ) მხოლოდ 2    გ) მხოლოდ 3    დ) 1, 2    ე) 1, 3
- 5 გამოიანგარიშეთ 72 გრ. ალუმინის კარბიდის წყალთან სრული ჰიდროლიზის შედეგად გამოყოფილი აირის მოცულობა (ნ.პ. ლიტრა)
  - ა) 11,2    ბ) 22,4    გ) 44,8    დ) 33,6    ე) 56

6	მონოალკანბრომიდის წარმოებულის მოლური რიცხვი	Na თან რეაქციის შედეგად მიღებული ალკანის მასა, გრ.	ალკანის მოლეკულაში არსებული σ-ბმების რაოდენობა
	0,1	2,9	n

n-განსაზღვრეთ

7 განსაზღვრეთ 1-ქლორ-2-მეთილპროპანის მოლეკულაში C - Cl ბმის გაწყვეტის შედეგად წარმოქმნილი ალკილის რადიკალი.

8 ალკანები განსახვავეთ სქემის მიხედვით.



- 1. 2 - მეთილბუტანი
- 2. 5 - ბუტანი
- 3. 2,3 - დიმეთილბუტანი
- 4. პროპანი
- 5. 2-მეთილპროპანი

9 როგორ შეიძლება ვასინთეზოთ ვიურცის ხერხით  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{COONa}$

მარილის NaOH-თან ურთიერთქმედების შედეგად მიღებული ალკანი.

10 დაწერეთ პროპილქლორიდისა და იზოპროპილქლორიდის ნარევის ნატრიუმთან ურთიერთქმედების შედეგად მიღებული ალკანების სტრუქტურული ფორმულები.

11 ვიურცის ხერხით რომელი ალკილქლორიდების ნარევიდან შეიძლება 2,2-დიმეთილპროპანის სინთეზი?

12 დაწერეთ და დაასახელოთ  $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$  შედგენილობის ნივთიერების იზომერები.

## თემა 2.6. ალკანების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები

**მაცივრებსა და კონდიციონერებში, როგორც გამაციებელი ნივთიერება იტუმბება აირი.**

ბუნქტებში, სადაც არ არის ბუნებრივი აირით მოპარაგება, ძირითადად ფოლადის ბალონებში ჩატუმბული თხევადი აირი გამოიყენება. ამ თხევად საწვავებს სანთებელეებშიც ტუმბავენ.

თქვენი აზრით, რა არის ამ ნივთიერებების (გამაციებელი ნივთიერება და თხევადი საწვავი) საერთო თვისება?



### ფიზიკური თვისებები

ალკანები უფრო, წყალში უხსნადი ნივთიერებებია. ისინი ორგანულ გამხსნელებში (ბენზოლი, ტოლუოლი, ბენზინი და სხვა) კარგად იხსნებიან. აირად და მყარ მდგომარეობაში მყოფ ალკანებს სუნი არა აქვს, თხევად ალკანებს კი ახასიათებს ბენზინის მსგავსი სუნი.



საქმიანობა

მოცემულია რიგი ალკანების ზოგიერთი თვისებები.

$\text{CH}_4$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
$t_{\text{დუღ.}} = -161,6 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho = 0,424 \text{ გრ/სმ}^3$	$t_{\text{დუღ.}} = -88,5 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho = 0,546 \text{ გრ/სმ}^3$	$t_{\text{დუღ.}} = -42,1 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho = 0,582 \text{ გრ/სმ}^3$

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
$t_{\text{დუღ.}} = -0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho = 0,622 \text{ გრ/სმ}^3$	$t_{\text{დუღ.}} = -11,7 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho = 0,604 \text{ გრ/სმ}^3$

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
$t_{\text{დუღ.}} = 36,1 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho = 0,626 \text{ გრ/სმ}^3$	$t_{\text{დუღ.}} = 27,9 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho = 0,620 \text{ გრ/სმ}^3$

*როგორ განსაზღვრავთ ალკანების ფიზიკური თვისებებისათვის მოცემული ინფორმაციების საფუძველზე?*

*როგორ იცვლება ალკანების სიმკვრივე და დუღილის ტემპერატურა ფარდობითი მოლეკულური მასის ზრდასთან ერთად?*

*რით განსხვავდება იზომერული ალკანები ერთმანეთისაგან ფიზიკური თვისებების მიხედვით?*

*როგორ შეიძლება აიხსნას ალკანების ფიზიკურ თვისებებში არსებული კანონზომიერებები?*

ალკანების პირველი ოთხი წარმომადგენელი აირად (ნ.პ.), განუტოტველი აღნაგობის  $\text{C}_5 - \text{C}_{15}$  ალკანები ჩვეულებრივ პირობებში თხევად, მომდევნო ჰომოლოგები კი მყარ მდგომარეობაშია. ალკანები მყარ მდგომარეობაში მოლეკულურ კრისტალურ მესერს წარმოქმნიან. პროპანი და ბუტანი წნევის ქვეშ ადვილად თხევადდება.



ქიმიის როლი

პუნქტებში, სადაც არ არის ბუნებრივი აირით მომარაგება, როგორც საწვავი ძირითადად გამოიყენება პროპან-ბუტანის ნარევი. პროპანისა და ბუტანის ამ მიზნით გამოყენება ხელსაყრელია იმიტომ, რომ ისინი ადვილად თხევადდებიან. ეს აირები მაღალ წნევაზე გათხევადებით სპეციალურ ბალონებში იტუმბება და ამ სახით ხდება ტრანსპორტირება. ბალონის შიგთავსში თხევადი ფაზის ზედაპირზე არის ნაჯერი ორთქლი. ამ ბალონების ონკანების გახსნისას აირი გამოიყოფა და ნაჯერი ორთქლის წარმოქმნისათვის ნოვითერები თხევადი ფაზიდან ორთქლის ფაზაში გადადის. ამ სახით თხევადი საწვავი თანდათან აირად გარდაიქმნება. პროპანისა და ბუტანისაგან შემდგარი ნარევი, როგორც საწვავი გამოიყენება ასევე ზოგიერთი ავტომობილებისთვის.

ალკანების თხევად მდგომარეობაში მყოფი წარმომადგენლები (ძირითადად  $\text{C}_7 - \text{C}_{15}$ ) შედის ძრავის საწვავის შედგენილობაში. ამ ალკანებიდან (ძირითადად, პენტანი, ჰექსანი, ჰეპტანი და სხვ.) ლაზორატორიებში და რიგ საწარმოო დაწესებულებებში (მაგალითად, ლაქისა და საღებავებისათვის) გამოიყენება, როგორც გამხსნელი. უფრო მაღალი მოლეკულური მასის ალკანები კი სინთეზური ცხიმების, საპოხი ზეთების წარმოებაში გამოიყენება.



ქვემოთ ცხრილში მოცემულია ზოგიერთი განუტოტველი ალკანების ფიზიკური თვისებები.

სახელწოდება	ფარდობითი მოლეკულური მასა	ოთახის ტემპერატურაზე აგრეგატული მდგომარეობა	დუდილის ტემპერატურა °C	სიმკვრივე გრ/სმ <sup>3</sup> (20°C)
მეთანი	16	აირი	- 161,6	0,424
ეთანი	30	აირი	- 88,5	0,546
პროპანი	44	აირი	- 42,2	0,582
ბუტანი	58	აირი	- 0,5	0,622
პენტანი	72	სითხე	36,1	0,626
ჰექსანი	86	სითხე	68,7	0,659
ჰეპტანი	100	სითხე	98,4	0,684
ოქტანი	114	სითხე	125,7	0,703
ნონანი	128	სითხე	150,8	0,718
დეკანი	142	სითხე	174,1	0,730

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ნახშირბადატომების რაოდენობის (ფარდობითი მოლეკულური მასა) ზრდასთან ერთად იზრდება განუტოტველი ალკანების დუდილის ტემპერატურა და სიმკვრივე. მიუხედავად იზომერების ერთნაირი მოლეკულური მასისა, ისინი ავლენენ განსხვავებულ ფიზიკურ თვისებებს. იზომერულ ალკანებში განუტოტველი ალკანების სიმკვრივე და დუდილის ტემპერატურა



ალკანები მავნე ზემოქმედებას ახდენენ სასუნქ ორგანოებსა და კანზე. უმაღლესი ალკანები უფრო საშიშია ორგანიზმისათვის.

განუტოტვილ ალკანებთან შედარებით უფრო მეტია. განუტოტვის ზრდასთან ერთად ეს თვისებები უფრო მცირდება. ამის მიზეზი იზომერული ნივთიერებების მოლეკულების განსხვავებული განლაგება და ამის გამო მოლეკულებს შორის ურთიერთქმედების ძალების განსხვავებაა. ასე, რომ რადგან განუტოტველი აგებულების ალკანებში (მაგალითად, იზობუტანი) მოლეკულებს შორის მიზიდულობის ძალა, განუტოტველ აგებულების იზომერებთან (ნ-ბუტანი) შედარებით მცირეა, სიმკვრივე და დუდილის ტემპერატურაც დაბალია.

იზომერი	დუდილის ტემპერატურა °C	სიმკვრივე გრ/სმ <sup>3</sup>
ნ-ბუტანი	- 0,5	0,622
იზობუტანი	- 11,7	0,604

**ქიმიური თვისებები**



ნაჯერი ხსნარი - არის ხსნარი, რომელშიც გარკვეულ ტემპერატურაზე გახსნილი ნივთიერების მეტის გახსნა შეუძლებელია. სუფრის მარილი ოთახის ტემპერატურაზე წყალში ხსნადობის კოეფიციენტი 359 გრ/ლ-ია. თუ ჩვენ ერთ ლიტრ წყალში 400 გრ. სუფრის მარილს დავამატებთ და საკმარისად მოვურევთ,

359 გ. სუფრის მარილი წყალში გაიხსნება, 43 გრ. კი ხსნარის ფსკერზე დაილეკება. მიღებულ ხსნარში, რადგან სუფრის მარილს აღარ შეუძლია გაიხსნას ეს უკვე ნაჯერი ხსნარია.

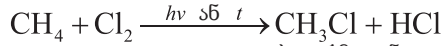
*რა არის ნაჯერი ნივთიერება?*

*ეს მათ რომელ თვისებებთან არის დაკავშირებული?*

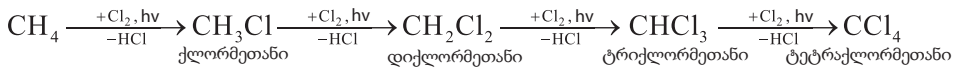
*რომელი თვისებების მხედველად არის მსგავსი ნაჯერი ნივთიერება და ნაჯერი ხსნარი?*

ალკანების მოლეკულაში არსებული ყველა ბმა რადგანაც ნახშირბადატომის  $SP^3$  ჰიბრიდული ორბიტალების მონაწილეობითაა წარმოქმნილი, ამიტომაც მტკიცეა და ამ მიზეზის გამო ისინი ჩვეულებრივ პირობებში ქიმიური თვისებებით პასიურებია. ამის გამო მათ აგრეთვე *პარაფინებს* (ლათინურად – “*parum affinis*” – *ნაკლებად აქტიურს* ნიშნავს) უწოდებენ. რადგანაც ალკანის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს თავისი ვალენტობა უკვე სრულად აქვთ გამოვლენილი ამიტომაც ქიმიური რეაქციების დროს სხვა ატომებს ან ატომთა ჯგუფებს ვერ იერთებენ. ამის გამოა, რომ ისინი არ შედიან მიერთების რეაქციებში და ნაჯერი ნახშირწყალბადები ეწოდებათ. მაგრამ გარკვეულ პირობებში ალკანის მოლეკულაში მყოფი C-C ან C-H ბმები წყდება და ისინი შედიან ჩანაცვლების, დაჟანგვის, დაშლის და იზომერიზაციის რეაქციაში.

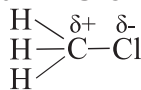
**ჩანაცვლების რეაქცია.** ალკანების ჰალოგენებთან რეაქცია მიმდინარეობს მოლეკულაში მყოფი C-H ბმების გაწყვეტით და წყალბადატომების ჰალოგენატომებით ჩანაცვლებით, ამ დროს წარმოიქმნება ჰალოგენალკანების წარმოებულები. ჰალოგენებიდან ალკანების ფტორთან რეაქცია ჩვეულებრივ პირობებში აფეთქებით მიმდინარეობს. ქლორსა და ბრომთან რეაქცია კი დასხივებისა და ტემპერატურის ზემოქმედებით მიმდინარეობს.



ამ დროს, იმ გარემოში, სადაც რეაქცია ტარდება, თუ ქლორი დიდი რაოდენობითაა ყველა წყალბადატომის თანმიმდევრობით ჩანაცვლება ხდება და მიიღება ჰალოგენწარმოებულების ნარევი.

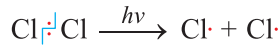


ჰალოგენალკილის მოლეკულაში წყალბადატომის ჩანაცვლება ჰალოგენატომით, შესაბამის ალკანთან შედარებით ადვილად მიმდინარეობს. ეს აიხსნება ალკილჰალოგენის მოლეკულაში ატომების ურთიერთქმედებით. მაგალითად,  $CH_3Cl$  მოლეკულის მაგალითზე დავაკვირდეთ ამ ურთიერთქმედებას. რადგან ქლორის ატომის ელექტროუარყოფითობა მეტია ნახშირბადატომთან შედარებით, ამიტომაც C-Cl ბმის უდიდესი ელექტრონული სიმკვრივე გადაწეულია ქლორის მხარეს და იქნს ნაწილობრივ უარყოფით მუხტს, ხოლო ნახშირბადატომი კი ნაწილობრივ დადებით მუხტს.

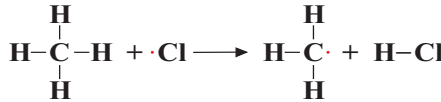


ნახშირბადატომი კი თავის მხარეზე გადაწევს C-H ბმების ელექტრონულ სიმკვრივეს. შედეგად, C-H ბმების სიმტკიცე მცირდება და წყალბადატომების ჩანაცვლება ხდება ადვილი.

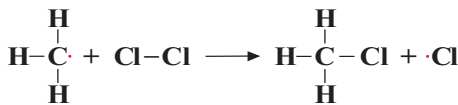
ალკანების ქლორირება იწყება თავისუფალი რადიკალის წარმოქმნით. პირველ რიგში დასხივებით ქლორის მოლეკულა ჰომოლიზურად იხლიჩება და წარმოიქმნება ორი ქლორის ატომი.



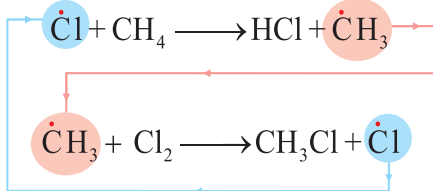
წარმოქმნილ ქლორის ატომს გარე ელექტრონულ დონეზე აქვს ერთი ელექტრონი. (თავისუფალი რადიკალია). ქლორის ატომი მეთანის მოლეკულასთან ურთიერთქმედების დროს იწვევს C-H ბმის ჰომოლიზურად გაწყვეტას და ამ დროს წარმოიქმნება HCl.



რადიკალების ამ მექანიზმს თავისუფალი რადიკალების მექანიზმი ეწოდება. ამ დროს წარმოქმნილი მეთილის რადიკალის თავისუფალი სახით არსებობის დრო  $8 \cdot 10^{-3}$  წამია. ის ქლორის მოლეკულასთან ურთიერთქმედების შედეგად ჰომოლიზურად წვევტს Cl-Cl ბმას. შედეგად წარმოიქმნება ქლორმეთანი და ხელახლა ქლორის რადიკალი.



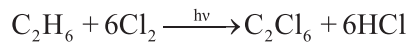
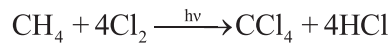
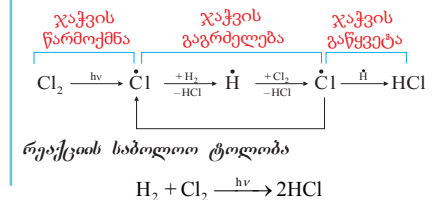
რეაქციებს, რომლებიც თანმიმდევრულ გარდაქმნათა ჯაჭვს წარმოადგენენ, **ჯაჭვური მექანიზმი ეწოდება**. ჯაჭვურ რეაქციაში თითოეული რადიკალი სხვა რადიკალის წარმოქმნისას თვითონ მოლეკულურ პროდუქტად გარდაიქმნებიან. რეაქცია გრძელდება წარმოქმნილი ახალი რადიკალის ხარჯზე.



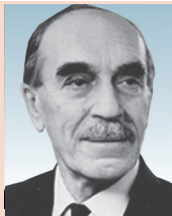
ჯაჭვურ რეაქციათა თეორიის შექმნაში დიდი წვლილი მიუძღვის აკადემიკოს სემიონოვს. მეთანისა და ეთანის სრული ქლორირების რეაქციის ტოლობა ქვემოთ მოცემული სახისა:



**წყალობადისა და ქლორის რეაქციაც ჯაჭვური რადიკალის მექანიზმით მიმდინარეობს. ჯაჭვური რეაქცია 3 სტადიად მიმდინარეობს: ჯაჭვის წარმოქმნა, ჯაჭვის დაგრძელება და ჯაჭვის გაწყვეტა.**



როგორც რეაქციის ტოლობებიდან ჩანს ალკანის მოლეკულასთან რეაქციაში შემავალი ჰალოგენის მოლეკულების რაოდენობით წყალბადატომის ჩანაცვლება მოხდება და იგივე რაოდენობის HCl-ის მოლეკულა მიიღება.



ნიკოლოზ ნიკოლზის ძე სემიონოვი (1896-1986) რუსი მეცნიერი, ნობელის პრემიის ლაურეატი. შექმნა ჯაჭვური რეაქციები და აირების აფეთქების თეორიები.



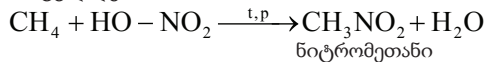
ქიმიის როლი

ქლორმეთანის წარმოებულებიდან დიქლორმეთანი, ტრიქლორმეთანი და ტეტრაქლორმეთანი ჩვეულებრივ პირობებში თხევად მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებებია და გამოიყენებიან როგორც გამხსნელები. ისინი კარგად ხსნიან ცხიმებს, ფისს. ამ თვისებების გამოყენებით ტეტრაქლორმეთანი გამოიყენება, როგორც ლაქების ამოწყვანი ქიმიკატი. ტეტრაქლორმეთანი ასევე გამოიყენება ცეცხლის ჩასაქრობად. ის თხევად მდგომარეობაშია და არ არის წვადი. ცეცხლზე შესხურებისას სითბოს შთანთქავს და ორთქლდება (წვადი ნაწილის გაცივებას უწყობს ხელს). რადგან ის ორთქლზე მძიმეა აწევს ცეცხლს და ხელს უშლის ჟანგბადის შეღწევას. მაგრამ მაღალ ტემპერატურაზე წარმოიქმნება შხამიანი ნივთიერება ფოსგანი. ფოსგანი  $COCl_2$  შედგენილობის, ჩვეულებრივ პირობებში აირად მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებაა. მას აქვს დამპალი ბალახის სუნი და ახასიათებს მზუთავი ზემოქმედება. პირველი მსოფლიო ომის დროს გამოყენებული იქნა, როგორც ქიმიური იარაღი, ამ მიზეზის გამო დახურულ სივრცეში ხანძრის დროს ტეტრაქლორმეთანის გამოყენება არ არის მიზანშეწონილი.

ქლორმეთანი აირად მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებაა და შეკუმშვით ადვილად გადადის თხევად მდგომარეობაში. ორთქლების დროს კი დიდი რაოდენობით სითბო შთანთქმავს. ამ თვისებების მიხედვით წინათ ის გამოიყენებოდა მაცივარ-დანადგარებში. მაგრამ, რადგან საზიანო და აალებადია, ამიტომაც მისი ამ მიზნებისათვის გამოყენება შეიზღუდა. დღესდღეობით სამაცივრო დანადგარებში (მაცივრებში, კონდიციონერებში და სხვ.), როგორც გამაცივებელი აგენტი გამოიყენება ფრეონი. ფრეონები ალკანების (ძირითადად, მეთანი და ეთანი) ჰალოგენწარმოებულების ტექნიკური სახეობაა. მაგალითად,  $CF_3Cl$  – ტრიფტორქლორმეთანი,  $CH_2FCl$  – ფტორქლორმეთანი და სხვ. ისინი ჩვეულებრივ, ძირითადად, აირად მდგომარეობაში არიან, მაღალ წნევაზე თხევად მდგომარეობაში გადაყვანით მაცივარ-დანადგარებში ჩაიტუმბება. ისინი გარემოს სითბოს ზემოქმედებით ადვილად ორთქლდება და სითბოს შთანთქმის მიზეზი ხდება. შემდეგ კი შეკუმშვით თხევად მდგომარეობაში გადადის და ამ დროს გამოყოფილი სითბო გარემოში გაიფანტება. ოზონის შრის გათხელების და დაცხრილვის მთავარი მიზეზებიდან ერთ-ერთი ფრეონების ატმოსფეროში შეჭრაა.

მეთანის იოდწარმოებულიდან  $CH_3I$  (იოდფორმი) გამოიყენება, როგორც ანტისეპტიკური საშუალება. ანტისეპტიკური საშუალებით ხდება ღია ჭრილობების დამუშავება, რომელიც იცავს ამ ნაწილს ლპობისაგან.

რადგანაც ალკანები ქიმიური ურთიერთობით პასიურია, ამიტომაც ჩვეულებრივ პირობებში კონცენტრირებულ მჟავებთანაც ვერ შედიან რეაქციაში. მაგრამ წნევის ქვეშ და აირად მდგომარეობაში გადაყვანისას ალკანები განზავებულ აზოტმჟავასთან შედიან ჩანაცვლების რეაქციაში. რეაქციის დროს ალკანის მოლეკულაში წყალბადატომი ნიტროჯგუფით ( $-NO_2$ ) ჩანაცვლდება:

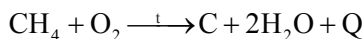
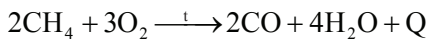


ეს რეაქცია პირველად 1888 წელს რუსმა მეცნიერმა მ.ი. კონოვალოვმა ჩაატარა და ამ რეაქციას კონოვალოვის რეაქცია ეწოდება.

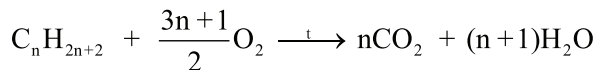
**წვის და ჟანგვის რეაქციები.** ჩვეულებრივ პირობებში ალკანები ჟანგბადთან არ შედის რეაქციაში, მაგრამ გაცხელების დროს ალკანები იწვის ნახშირორჟანგისა და წყლის წარმოქმნით (სრული ჟანგვა).



ჟანგბადის უკმარისობის დროს კი მეთანის არასრული წვა მიმდინარეობს და მომწამლავი მზუთავი აირი ან ნახშირბადი (ქვარტლი) წარმოიქმნება.



ალკანების წარმოქმნის რეაქციების ზოგადი ტოლობა შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით.

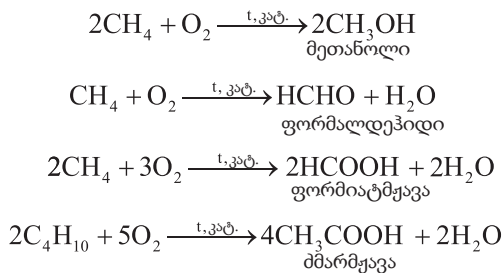




**ქიმიის როლი**

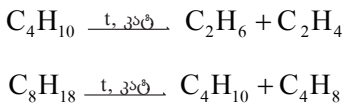
ალკანები იაფი საწვავის წყაროა. ყოფაცხოვრებასა და საქვაბეებში საწვავის სახით გამოიყენება ბუნებრივი აირი. ბუნებრივი გაზის ტრანსპორტირება და გამოყენება სხვა საწვავებთან შედარებით ხელსაყრელია. ასევე, მისი წვის დროს, სხვა ორგანულ საწვავებთან შედარებით, უფრო ნაკლები მავნე ნივთიერებები გამოიყოფა ე.ი. ბუნებრივი აირი ორგანულ საწვავებთან შედარებით ეკოლოგიურად ყველაზე სუფთაა. მაგრამ ბუნებრივი აირის გამოყენების დროს სიფრთხილეა საჭირო. რადგან საცხოვრებელ სახლებში, ქარხნის საქვაბეებში და მადარობებში აირის დაგროვების შემთხვევაში პატარა ნაპერწკალითაც მეთანის წვის შედეგად შეიძლება აფეთქება მოხდეს. მადარობებში ამის თავიდან ასაცილებლად ძლიერ ჰაერგამწმენდ (ვენტილაცია) სისტემას იყენებენ.

კატალიზატორის ბუნების მიხედვით ალკანების არასრული წვის შედეგად სხვადასხვა ნივთიერებების მიღება შეიძლება.

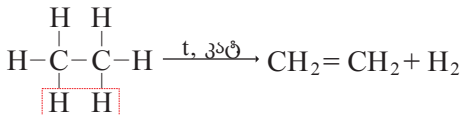


**გახლების რეაქციები.**

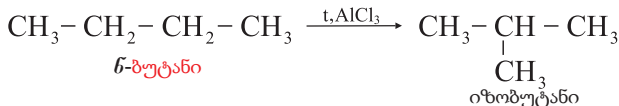
ა) კრეკინგი. მაღალ ტემპერატურაზე ალკანების დაშლა (კრეკინგი) მიმდინარეობს. რეაქციის დროს წარმოიქმნება ნაჯერი და უჯერი ნახშირწყალბადების ნარევი.



ბ) დეჰიდრირების რეაქცია. ამ რეაქციების დროს ალკანის მოლეკულისაგან წყალბადის მოლეკულა გამოიყოფა. რეაქცია მიმდინარეობს მაღალ ტემპერატურაზე და კატალიზატორის თანაობისას.

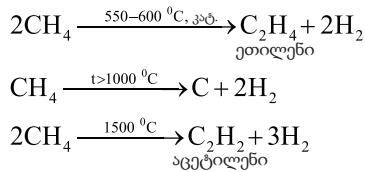


**იზომერიზაციის რეაქციები.** კატალიზატორის მონაწილეობით ალკანების გაცხელებით მოლეკულური აგებულების ცვლილების (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>-დან დაწყებული) მიზეზი ხდება. მაგალითად, ბუტანი ალუმინქლორიდის კატალიზატორის თანაობისას გაცხელებით იზომერიზაციის შედეგად იზობუტანად გადაიქცევა.



**გაკვირდით**

მიმდინარეობს მაღალ ტემპერატურაზე და კატალიზატორის თანაობისას.





**რა ისწავლეთ?**

მოლეკულაში  $1 \div 4$  ნახშირბადატომის მქონე ალკანები ....., განუტოტველი აღნაგობის ალკანებიდან  $5 \div 15$  ნახშირბადატომის მქონე ....., 16 და უფრო მეტი ნახშირბადატომის მქონეები კი ..... მდგომარეობაშია.

რადგან ალკანები ნაჯერი ნახშირწყალბადებია ..... რეაქციაში არ შედიან. მათი ქლორთან რეაქცია ..... რეაქციაა. ეს რეაქცია .... არის .....-ით მიმდინარეობს. მოლეკულიდან  $H_2$ -ის გამოყოფით მიმდინარე რეაქციას კი ..... რეაქცია ეწოდება.

მეთანიდან კატალიზატორის თანაობისას და გაცხელებით მეთანოლის წარმოქმნა ....., ეთილენის მიღება კი .... რეაქციაა.

მეთანის, ეთანის და პროპანისაგან განსხვავებით ბუტანი ..... რეაქციაში შედის.

*მყარი; თხევადი; აირადი; ჯაჭვური რეაქცია; ჩანაცვლება; შეერთება; დაუანგვა; ვახლენა; დეჰიდრირება; თავისუფალ-რადიკალური მექანიზმი; ანთიმერიაზია.*



**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- განსაზღვრეთ დუღილის ტემპერატურის ზრდის თანმიმდევრობა ალკანებში.  
 I.  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$     II.  $CH_3 - CH_2 - CH_3$     III.  $CH_3 - \underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH} - CH_3$
- განსაზღვრეთ ერთი პროპანისა და ექვსი ქლორის მოლეკულის ურთიერთქმედების შედეგად მიღებული ორგანული ნაერთების ფორმულა და ქლორწყალბადის მოლეკულების რაოდენობა.
- როგორ შეიძლება ცდის საშუალებით მეთანის გარჩევა ქლორისაგან?
- რა განსხვავებაა მეთანის ქლორთან და წყალბადთან რეაქციებს შორის?  
 ა) თავისუფალ-რადიკალური მექანიზმით მიმდინარეობს    გ) ჩანაცვლების რეაქციაა  
 ბ) მოლური რიცხვის ცვლილებით მიმდინარეობს    დ) ქლორწყალბადი მიიღება  
 ე) დასხივებით მიმდინარეობს.
- განსაზღვრეთ 200 ლ (ნ.პ.) აირთა ნარევის, რომლის შემადგენლობაში მოცულობის 89,6% მეთანი, 4% ნახშირბადის აირი და 6,4% აზოტი შეადგენს, სრული წვის შედეგად გამოყოფილი სითბო (კჯ) (მეთანის წვის სითბო 880 კჯ/მოლია)

მეთანის მოცულობა (ნ.პ.), ლიტრი	განსაზღვრეთ სრულ ქლორირებაზე დახარჯული ქლორის მოლური რიცხვი.
4,48	x

განსაზღვრეთ-x.

ა) 1    ბ) 0,1    გ) 0,2    დ) 0,8    ე) 0,4

7

რომელი ალკანი ქლორთან რეაქციის დროს

- ერთ მონოქლორიდის წარმოებულს წარმოქმნის
- ერთ მონოქლორიდის წარმოებულს წარმოქმნის

- ალკანები განსხვავეთ სქემის მიხედვით
- ეთანი
  - პროპანი
  - 2-მეთილპროპანი
  - 2,2-დიმეთილპროპანი



8 განასხვავეთ რეაქციები ცხრილის მიხედვით

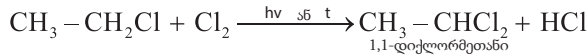
ალკანების შემავალ რეაქციებში მოლეკულებს შორის გაწყვეტილი ბმები.	
C - C	C - H

1. ეთანის ქლორირება
2. ბუტანის კრეკინგი
3. მეთანის განზავებულ HNO<sub>3</sub>-თან რეაქცია.

9  $C \xrightarrow{1} CH_4 \xrightarrow{2} CH_3Cl \xrightarrow{3} C_2H_6$  შეადგინეთ რეაქციის ტოლობები სქემის მიხედვით.

10 დაწერეთ ბრომირების დროს მხოლოდ ერთი მონობრომიდწარმოებულის წარმომქმნელი C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> ფორმულის მქონე ალკანის სტრუქტურული ფორმულა.

11 მოლეკულაში ორი ან უფრო მეტი ნახშირბადატომის მქონე ჰალოგენალკილის მოლეკულაში ჰალოგენთან დაკავშირებული ნახშირბადატომი განიცდის მის ზეგავლენას და შესაბამისად მასთან დაკავშირებული წყალბადატომები უფრო მოძრავი ხდება. მაგალითად:

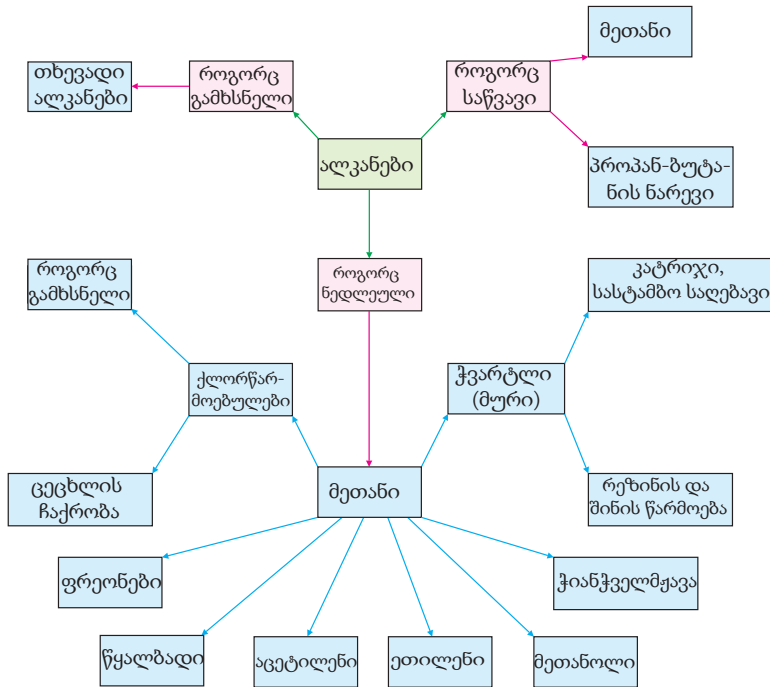


განმარტეთ მიზეზი

12 მეთანის ყანგაბადთან 1:2 მოცულობის შეფარდებითი ნარევი ძალიან სახიფათოა. პატარა ნაპერწკალით შეიძლება მოხდეს ძლიერი აფეთქება. განმარტეთ ამის მიზეზი. თქვენი აზრით, მეთანის ჰაერთან რომელი მოცულობის შეფარდებით ნარევი უფრო სახიფათოა.

**საშინაო დავალება**

სქემის საფუძველზე მოამზადეთ პრეზენტაცია სახელწოდებით "ალკანების გამოყენება".



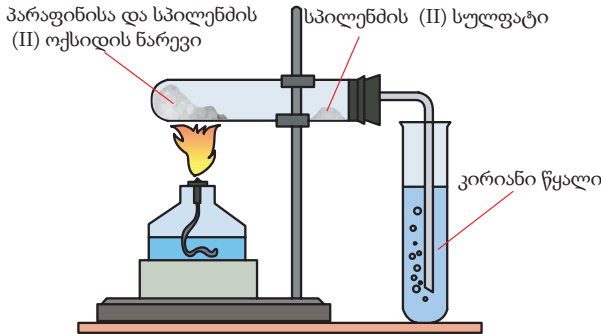




**პრაქტიკული სამუშაო №1 ნახშირწყალბადების დადგენა**

**რეაქციები და აღჭურვილობა:** პარაფინი, სპილენძის(II) ოქსიდი, სპილენძის (II) სულფატი, აირგამყვანი მილი აღჭურვილი საცობით, შტატივი, სპირტქურა, კოვზი, სინჯარები.

**სამუშაოს მსვლელობა:** მშრალ სინჯარაში 1 გრ. სპილენძის (II) ოქსიდის ფხვნილი და დაახლოებით 0,2 გრ. პარაფინის ნატეხები მოათავსეთ. სინჯარა სპირტქურის ალზე გააცხელეთ მანამდე, სანამ პარაფინი გადნება და სპილენძის (II) ოქსიდს შეუერთდება. ამის შემდეგ სინჯარა ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში შტატივის ღეროზე დაამაგრეთ. სინჯარის ზემო ნაწილში კოვზით ცოტა რაოდენობით მშრალი სპილენძის (II) სულფატის ფხვნილი მოათავსეთ. შემდეგ სინჯარა აირგამყვანი მილით აღჭურვილი საცობით დაამაგრეთ და აირგამყვანი მილის ბოლო ჩაუშვით მეორე სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია კირიანი წყალი.



**რა შეიმჩნევა?**

აღნიშნეთ სპილენძის (II) სულფატისა და კირიან წყალხსნარში მიმდინარე ცვლილებები.

დაწერეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობები და გამოიტანეთ დასკვნა პარაფინის ხარისხის შედგენილობის შესახებ.



# III განყოფილება

## უჯარი ალიფატური ნახშირწყალბადები

- თემა 3.1. ალკენების ჰომოლოგიური რიგი, მოლეკულების ელექტრონული და სტრუქტურული ფორმულა
- თემა 3.2. ალკენების მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა
- თემა 3.3. ალკენების დასახელება
- თემა 3.4. ალკენების იზომერია
- თემა 3.5. ალკენების მიღება
- თემა 3.6. ალკენების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები
- თემა 3.7. ალკენების ჰომოლოგიური რიგი, სტრუქტურული ფორმულები და მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა
- თემა 3.8. ალკადიენების დასახელება და იზომერია
- თემა 3.9. ალკადიენების მიღება და ფიზიკური თვისებები
- თემა 3.10. ალკადიენების ქიმიური თვისებები
- თემა 3.11. ალკინების ჰომოლოგიური რიგი, აგებულების ფორმულები და მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა
- თემა 3.12. ალკინების დასახელება და იზომერია
- თემა 3.13. ალკინების მიღება და ფიზიკური თვისებები
- თემა 3.14. ალკინების ქიმიური თვისებები

პრაქტიკული სამუშაო №2: კაუჩუკისა და რეზინის ქიმიური შედგენილობის შესწავლა

# თემა 3.1. ალკენების ჰომოლოგიური რიგი, მოლეკულების ელექტრონული და სტრუქტურული ფორმულა



ალკენების ჰომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენელი არის ეთენი (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>). რატომაც რომ ალკენებს შედგენილობაში არ არის ერთი ნახშირბადატომის მქონე წარმომადგენელი?

საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე, მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ერთი ორმაგი ბმის მქონე ღია ჯაჭვიან ნახშირწყალბადებს ალკენები ეწოდება. ალკენის მოლეკულაში წყალბადატომების რაოდენობა ნახშირბადატომების რაოდენობის ორმაგის ტოლია. მოლეკულაში  $n$  რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკენის შედგენილობა გამოისახება ზოგადი ფორმულით C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub> ( $n \geq 2$ ). მაგალითად, მოლეკულაში ოთხი ნახშირბადატომის მქონე ალკენის ფორმულა არის C<sub>4</sub>H<sub>2·4</sub> ე.ი. C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>.



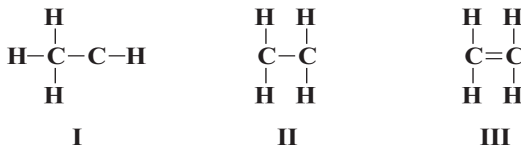
### გავახსენით

მოლეკულებში ნახშირბადატომებს შორის ორმაგ ან სამმაგ ბმების მქონე ღია ჯაჭვიან ნახშირწყალბადებს უჯერი ნახშირწყალბადები ეწოდება.



### საკმეინობა

ეთანის მოლეკულაში ორ ნახშირწყალბადატომს უერთდებოდა ექვსი წყალბადატომი, ეთენის მოლეკულაში კი ორ ნახშირბადატომს ოთხი წყალბადატომი.



ატომთა ვალენტური შესაბამისობის ვთავალისწინებით განსაზღვრეთ მოცემულ ფორმულებში რომელი ასახავს ეთენის სწორ სტრუქტურულ ფორმულას?

ნახშირწყალბადის მოლეკულაში ორმაგი ბმა წარმოიქმნება მხოლოდ ნახშირბადატომებს შორის. ე.ი. ორმაგი ბმის წარმოქმნისათვის მოლეკულაში სულ მცირე ორი ნახშირბადატომი უნდა იყოს. ამის გამო ალკენების პირველი წარმომადგენლის მოლეკულაში არის ორი ნახშირბადატომი. როგორც ალკანები, ასევე ალკენებიც ერთმანეთისაგან ერთი ან რამდენიმე -CH<sub>2</sub>- (მეთილენი) ჯგუფით განსხვავდებიან და წარმოქმნიან ქვემოთ მოცემულ ჰომოლოგიურ რიგს.

ალკენის ფორმულა,	ალკენის სახელწოდება
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	ეთენი
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	პროპენი
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	ბუტენი
C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	პენტენი და სხვ.

ეთანისაგან განსხვავებით ეთენის მოლეკულაში ნახშირბად ატომთან დაკავშირებული წყალბადატომების რაოდენობა ორი ერთეულით ნაკლებია. პირობითად ეთანის მოლეკულის თითოეული ნახშირბადატომიდან გამოვყოთ თითო ატომი წყალბადი.



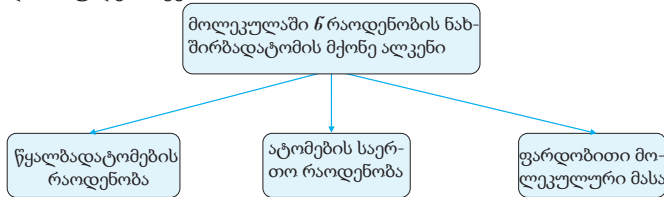


- 3  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  და  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$  მოლეკულებისათვის რა არის განსხვავებული?
1. ნახშირბადატომების რაოდენობა.
  2. წყალბადატომების რაოდენობა.
  3. 0.154 ნმ სიგრძის მქონე ბმების რაოდენობა
  4. არაპოლარული კოვალენტური ბმების რაოდენობა
  5. არაპოლარული  $\sigma$  - ბმების რაოდენობა

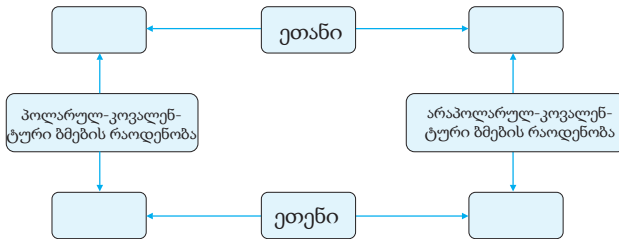
4 როდესაც პროპანის მოლეკულაში არის 3 ნახშირბადატომი და 6 წყალბადატომი, რატომაც თითოეულ ნახშირბადატომს 2 წყალბადატომი უერთდება?

5 რამდენი ატომი წყალბადია 15 ატომის მქონე ალკენის მოლეკულაში?

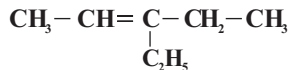
6 დაასრულეთ სქემა



7 ჩაწერეთ ცარიელ უჯრებში შესაბამისი ბმების რაოდენობა.



8 განსაზღვრეთ ნაერთში მეორეული და მესამეული ნახშირბადატომების რაოდენობა

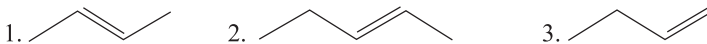


9 ალკანებში ააგეთ ნახშირბადისა და წყალბადის მასიური წილის (%) მათი ფარდობით მოლეკულურ მასაზე დამოკიდებულების გრაფიკი.

10  $\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}$  და  $\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}$  შეადგინეთ ნახშირბადის ჯაჭვის საფუძველზე შესაბამისი სტრუქტურული ფორმულები და განსაზღვრეთ ნახშირბადატომების ჟანგვის ხარისხი.

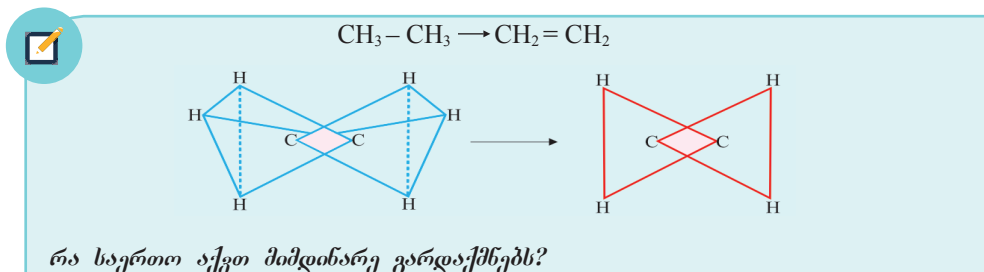
11 ეთანის მოლეკულაში ბმების წარმოქმნისათვის 14, ეთენის მოლეკულაში კი 12 ელექტრონი მონაწილეობს, მაგრამ ორივე მოლეკულის წარმოქმნის დროს ოქტეტური წესი კმაყოფილდება. განმარტეთ მიზეზი ამ ნივთიერებების ელექტრონული ფორმულების შედარებით.

12 დაადგინეთ შესაბამისობა.



- ა.  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$                       ბ.  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$   
 გ.  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$             დ.  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$   
 ე.  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

## თემა 3.2. ალკენების მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა



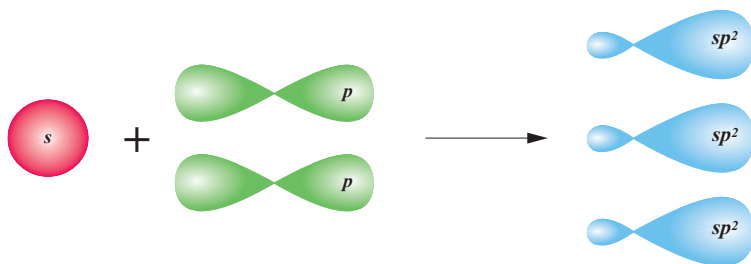
### საქმიანობა

შეერთება	ქიმიური ბმა	ბმის ენერგია	ბმის სიგრძე
$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_3$	$\text{C} - \text{C}$	347 კჯ/მოლ	0,154 ნმ
$\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$	$\text{C} = \text{C}$	612 კჯ/მოლ	0,134 ნმ

რადგან  $\text{C} - \text{C}$  ერთბაგი ბმის ენერგია 347 კჯ/მოლია, რატომ არ არის  $\text{C} - \text{C}$  ორბაგი ბმის ენერგია  $2 \cdot 347 = 694$  კჯ/მოლი?

რატომ არის, რომ ეთენის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ბმის სიგრძე ეთანის მოლეკულაში შესაბამის ბმებთან შედარებით ნაკლებია?

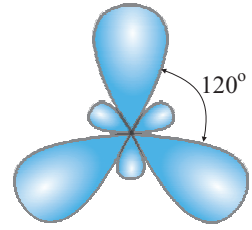
ალკენების მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა განვიხილოთ ჰომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენლის ეთენის მოლეკულის მაგალითზე. ეთანის მოლეკულისაგან განსხვავებით, ეთენის მოლეკულაში თითოეული ნახშირბადატომი სამს კი არა, ორ წყალბადატომს უკავშირდება და ნახშირბადატომებს შორის არსებობს ორბაგი ბმა. ასევე კვლევის ფიზიკურ მეთოდებით დადგენილია, რომ ეთენის მოლეკულაში ატომები განლაგებულია ერთ სიბრტყეში. ეს ეთენის მოლეკულაში ნახშირბადატომების ჰიბრიდული მდგომარეობით აიხსნება. ნახშირბადატომის გარე ენერგეტიკულ დონეზე მყოფი ორბიტალებიდან სამის (ერთი  $s$  და ორი  $p$  - ორბიტალი) ჰიბრიდიზაციით  $sp^2$  - ჰიბრიდული ორბიტალი წარმოიქმნება.



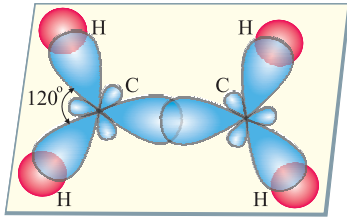
წარმოქმნილი  $sp^2$  ჰიბრიდული ორბიტალები მაქსიმალურად შორდებიან ერთმანეთს. ამ მდგომარეობაში მათ შორის არსებული კუთხე  $120^\circ$ -ს აღწევს.

თითოეული ნახშირბადატომის ჰიბრიდული ორბიტალებიდან ორი წარმოქმნის ( $sp^2$ -ს გადაფარვა)  $\text{C}-\text{H}$  ბმებს წყალბადატომების  $s$ - ორბიტალებით გადაფარვის შედეგად.

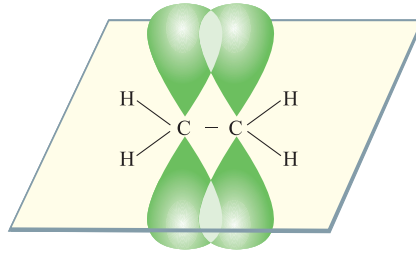
ნახშირბადატომების მესამე ჰიბრიდული ორბიტალები კი ატომების ბირთვების შემაერთებელი წრფის გასწვრივ მტკიცე C – C  $\sigma$ -ბმებს წარმოქმნის ( $sp^2 - sp^2$  გადაფარვა). ნახშირბადატომების ჰიბრიდიზაციის გარეთ დარჩენილი  $p$ -ორბიტალები სიგმა ბმის წარმომქმნელი ორბიტალების განლაგებული სიბრტყის მიმართ პერპენდიკულარულად იქნებიან მიმართული. ეს ორბიტალები ატომების მდებარე სიბრტყის ზევით და ქვევით ნაწილობრივ გადაიფარებიან და ნახშირბადატომებს შორის მეორე- $\pi$  (პი) ბმას წარმოქმნის ( $p - p$  გადაფარვა).



$sp^2$ -ჰიბრიდული ორბიტალების სივრცეში არსებული ფორმა

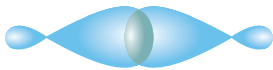


ეთენის მოლეკულაში  $\sigma$  ბმების წარმოქმნის სქემა



ეთენის მოლეკულაში  $\pi$  ბმის წარმოქმნის სქემა

ამრიგად, ეთენის მოლეკულაში ყველა ატომი განლაგდება ერთ სიბრტყეში,  $\pi$ - ბმის წარმოქმნისას მანძილი ნახშირბადატომების ბირთვებს შორის მცირდება. ამის გამოა, რომ ეთანის მოლეკულისაგან განსხვავებით, ეთენის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ბმის სიგრძე 0,154 ნმ კი არა, არამედ 0,134 ნმ-ის ტოლია. ასევე  $\pi$ -ბმის წარმომქმნელი ორბიტალების სიმტკიცე  $\sigma$ -ბმასთან შედარებით ნაკლებია.



ჰიბრიდული ორბიტალების გადაფარვით წარმოქმნილი  $\sigma$ - ბმა



$p$ -ორბიტალების გადაფარვით წარმოქმნილი  $\pi$ -ბმა

ამიტომაც  $\pi$ -ბმის ენერგია და სიმტკიცე  $\sigma$ -ბმაზე ნაკლებია. ე.ი. ეთენის მოლეკულაში  $\pi$ -ბმის ენერგია 347 კჯ/მოლი კი არ არის, არამედ  $612 - 347 = 265$  კჯ/მოლია.



347 კჯ/მოლი

347 კჯ/მოლი

$$2 \cdot 347 \text{ კჯ/მოლი} = 694 \text{ კჯ/მოლი}$$



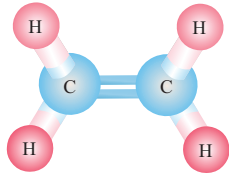
347 კჯ/მოლი

265 კჯ/მოლი

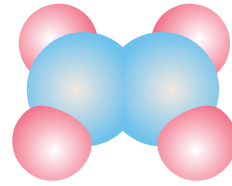
$$347 \text{ კჯ/მოლი} + 265 \text{ კჯ/მოლი} = 612 \text{ კჯ/მოლი}$$



ქვემოთ მოცემულია ეთენის მოლეკულის ბურთულდროვანი და მასშტაბური მოდელები.

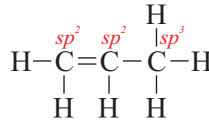


ეთენის მოლეკულის ბურთულდროვანი მოდელი

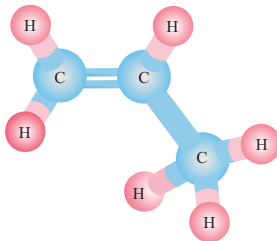


ეთენის მოლეკულის მასშტაბური მოდელი

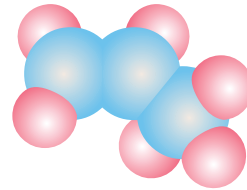
ალკენების ჰომოლოგიური რიგის სხვა წარმომადგენლებში ორმაგბმის ნახშირბადატომების გარდა სხვა ნახშირბადატომები  $sp^3$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია. მაგალითად, პროპენის მოლეკულაში ორი ნახშირბადატომი  $sp^2$ , ერთი ნახშირბადატომი კი  $sp^3$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია.



პროპენის მოლეკულაში  $sp^2$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაში მყოფი ნახშირბადატომები, მასთან დაკავშირებულ სამ წყალბადატომსა და ერთ ნახშირბადატომთან ერთად ყოველთვის მდებარეობს ერთ სიბრტყეში.  $sp^3$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადატომთან დაკავშირებული წყალბადატომების მიერ წარმოქმნილი ვალენტობის კუთხე  $109^{\circ}28'$  ტოლია. ქვემოთ მოცემულია პროპენის მოლეკულის ბურთულდროვანი და მასშტაბური მოდელები.



პროპენის მოლეკულის ბურთულდროვანი მოდელი



პროპენის მოლეკულის მასშტაბური მოდელი

**რა ისწავლეთ?**

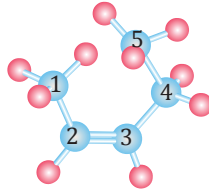
ალკენების მოლეკულაში მყოფი ნახშირბადატომებიდან ორი..... დანარჩენები კი .... მდგომარეობაშია. ეთენის მოლეკულაში ნახშირბადატომები .... ბმებს, ჰიბრიდიზაციაში არ მონაწილე ..... კი გვერდითი ვადაფარვით  $\sigma$ - ბმას წარმოქმნის. .... თან შედარებით ..... ნაკლებად მტკიცეა.  
 თუ ეთენის მოლეკულაში ვალენტობის კუთხე არის ..... ეთენის მოლეკულაში ..... ია.  
 პროპენის მოლეკულაში  $C = C$  ბმის სიგრძე .....  $C - C$  ბმის სიგრძე კი ..... ია.

$sp^3$  ჰიბრიდული;  $sp^2$  ჰიბრიდული; 0,134 ნმ; 0,154 ნმ; p ორბიტალი;  $sp^2$  ორბიტალი;  $\pi$ -ბმა;  $\sigma$ -ბმა;  $120^{\circ}$ ;  $109^{\circ}28'$



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1 განსაზღვრეთ მოცემულ ბურთულდეროვანი მოდელის მოლეკულაში  $sp^2$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაში მყოფი ნახშირბადატომები.



2 ნივთიერებები დაალაგეთ მოლეკულაში მყოფი ჰიბრიდული ორბიტალების რაოდენობის ზრდის თანმიმდევრობით.

1. მეთანი                      2. ეთანი                      3. ეთენი  
 ა) 1, 2, 3                      ბ) 1, 3, 2                      გ) 2, 1, 3                      დ) 2, 3, 1                      ე) 3, 2, 1

3 როგორ შეიძლება აიხსნას ეთანისა და ეთენის მოლეკულის სივრცითი აღნაგობის განსხვავება?

4 რომელი ელექტრონული დრუბელი აქვს პროპენის მოლეკულაში მყოფ ნახშირბადატომებს? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.

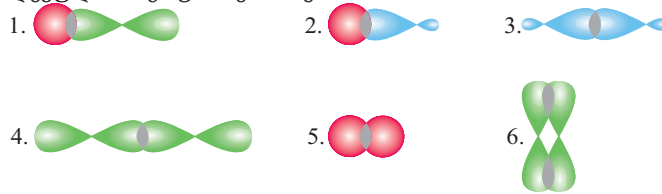


5 გამოიანგარიშეთ ფარდობითი მოლეკულური მასა ალკენისა, რომლის მოლეკულაში  $sp^3$  ჰიბრიდული ორბიტალების რაოდენობა  $sp^2$  ჰიბრიდული ორბიტალების რაოდენობაზე 2-ჯერ მეტია.

6 რომელი ალკენის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ბმების სიგრძის ჯამი 0,442 ნმ-ია?

1.  $CH_2=CH-CH_3$                       2.  $CH_3-CH=CH-CH_3$   
 3.  $CH_2=C(CH_3)-CH_3$                       4.  $CH_2=C(CH_3)-CH_2-CH_3$

7 რომელ მდგომარეობაშია ელექტრონული დრუბლების გადაფარვის სქემა ეთენის მოლეკულაში მყოფი ბმების შესაბამისი?



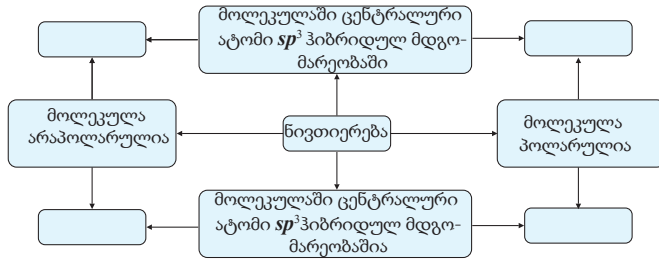
- ა) 1, 4, 6                      ბ) 2, 4, 5                      გ) 2, 3, 6                      დ) 1, 2, 4                      ე) 1, 3, 6

8  $^1CH_2=^2CH-^3CH_3$  ცხრილის მიხედვით დაალაგეთ მოლეკულაში ნახშირბადატომებისათვის მოცემული განმარტებები.

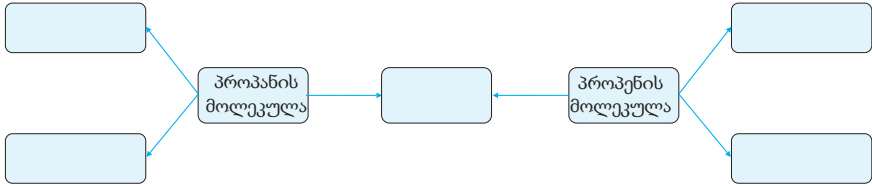
ნახშირბადატომი		
1	2	3

- ა.  $sp^3$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია  
 ბ.  $sp^2$ -S გადაფარვით ორი ბმა წარმოიქმნება  
 გ. ჟანგვის ხარისხი -1-ია  
 დ. ერთ არაპოლარულ კოვალენტურ ბმას წარმოქმნის.

9 შეავსეთ სქემა ცარიელ უჯრებში  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  და  $\text{C}_2\text{H}_4$  ნივთიერებების ჩაწერით.



10 შეადგინეთ კლასტერი პროპანისა და პროპენის მოლეკულებისათვის ქვემოთ მოცემული გამოთქმების გამოყენებით.



1.  $sp^3$  ჰიბრიდული ორბიტალების რაოდენობა = 4
2. ყველა ბმის კუთხეები =  $109^{\circ}28'$
3. პოლარულ-კოვალენტური ბმების რაოდენობა = 8
4. ჰიბრიდული ორბიტალების გადაფარვით წარმოქმნილი ბმების რაოდენობა = 2
5. არაპოლარული კოვალენტური ბმების რაოდენობა = 3

11 გაიხსენეთ მოლეკულაში ატომებს შორის ქიმიური ბმების შედგენილობა, ენერგიასა და სიგრძეს შორის დამოკიდებულება. როგორ შეიძლება აიხსნას ეს კანონშესაბამისობა ეთანისა და ეთენის მაგალითზე?

12  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 \longrightarrow \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$  განსაზღვრეთ შესაბამისობა რიგისათვის.

- |               |  |
|---------------|--|
| 1. ოზრდება    | ა. მოლური მასა                                       |
| 2. არ იცვლება | ბ. $\pi$ -ბმების რაოდენობა                           |
| 3. მცირდება   | გ. $sp^2$ ჰიბრიდული ორბიტალების რაოდენობა            |
|               | დ. $sp^3$ ჰიბრიდული ორბიტალების რაოდენობა.           |
|               | ე. $sp^2$ -s გადაფარვით წარმოქმნილი ბმების რაოდენობა |

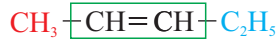


**საშინაო დავალება**

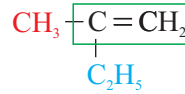
შეადგინეთ პროპენის ბურთულდეროვანი მოდელი პლასტილინისა და ასანთის ღერების გამოყენებით. განსაზღვრეთ მოლეკულაში მყოფი ბმების კუთხეები. დააჯგუფეთ ამ ბმების კუთხეები.



თუ ეთილენის მოლეკულაში წყალბადატომები ჩანაცვლდება სხვადასხვა რადიკალით, მაშინ ეს რადიკალები იკითხება მარტივიდან რთულის მიმართულებით:



სიმ-მეთილეთილენი



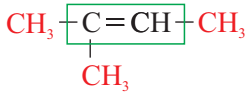
არასიმ-მეთილეთილენი

თუ ეთილენის მოლეკულაში ორი ან მეტი წყალბადატომი ჩანაცვლებულია ერთი და იგივე რადიკალით, მაშინ ხდება რადიკალების რაოდენობის (დი, ტრი ან ტეტრა) ჩვენება.

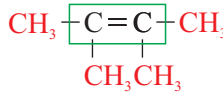


ეთილის მოლეკულიდან ერთი წყალბადატომის მოწყვეტის შედეგად წარმოქმნილ რადიკალს ვინილის რადიკალი ( $\text{CH}_2 = \text{CH} -$ ) ეწოდება.

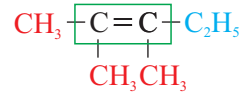
ქვემოთ მოცემული ალკენები დავასახელოთ რაციონალური ხერხით.



ტრიმეთილეთილენი



ტეტრამეთილეთილენი



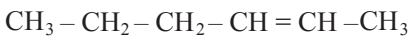
ტრიმეთილეთილეთილენი

მოლეკულაში ნახშირბადატომების რაოდენობის ზრდასთან ერთად რაციონალური ხერხით ალკენების დასახელება რთულდება.

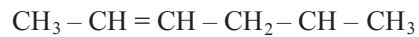


**საკვიანობა**

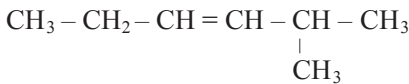
ზოგიერთი ალკენებისათვის მოცემულია სახელწოდებები საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით:



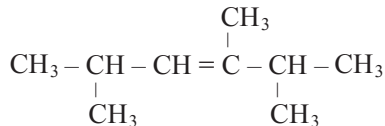
ჰექსენ-2



5-მეთილჰექსენ-2



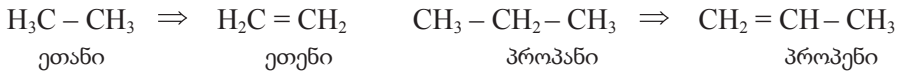
2-მეთილჰექსენ-3



2,3,5-ტრიმეთილჰექსენ-3

შეადგინეთ ალკენების საერთაშორისო ნომენკლატურით დასახელების ალგორითმი.

საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე, არაგანტოტვილი აღნაგობის ალკენების დასახელებისათვის შესაბამისი ალკანების სახელწოდებაში დაბოლოება “ან“ იცვლება “ენ“-ით.

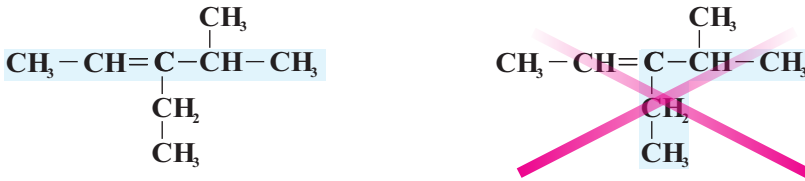


თუ ძირითად ჯაჭვში სამზე მეტი ნახშირბადატომია, მაშინ ნახშირბადის ჯაჭვის დანომრვა იწყება იმ ბოლოდან, საიდანაც უფრო ახლოა ორმაგი ბმა. ბოლოში კი მიუთითებენ იმ ნახშირბადატომის ნომერს (ორმაგი ბმის ადგილი), რომლიდანაც იწყება ორმაგი ბმა. მაგალითად:



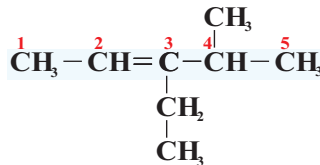
განტოტვილ ალკენებში საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე დასახელებისათვის უნდა დავიცვათ ქვემოთ მოცემული წესების თანმიმდევრობა.

1. უნდა შევარჩიოთ ის ჯაჭვი, რომელიც ნახშირბადატომთა უფრო მეტ რიცხვს (ძირითადი ჯაჭვი) და ორმაგ ბმას შეიცავს.

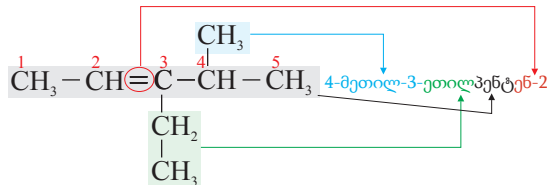


*პირველ შემთხვევაში სწორედია შერჩეული ძირითადი ჯაჭვი. ვინაიდან მეორე შემთხვევისაგან განსხვავებით პირველ შემთხვევაში ორმაგ ბმასთან დაკავშირებული ნახშირბადატომებიდან ორივე მთავარ ჯაჭვშია.*

2. მთავარ ჯაჭვში დანომრვა იწყება იმ ბოლოდან, საიდანაც უფრო ახლოა ორმაგი ბმა.

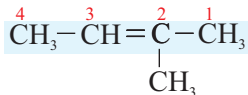


3. მთავარ ჯაჭვში ნახშირბადატომთან დაკავშირებული რადიკალის ადგილი (შეერთებული ნახშირბადატომის ნომერი), რაოდენობა (დი-, ტრი-, ტეტრა- და სხვ) და მარტივიდან რთულის მიმართულებით სახელი იკითხება, შემდეგ კი ასახელებენ ძირითად ჯაჭვს, მხოლოდ ალკანის სახელწოდების დაბოლოებას “ანა“-ს ცვლიან “ენა“-ს. ბოლოში კი მიუთითებენ იმ ნახშირბადატომის ნომერს, რომლიდანაც იწყება ორმაგი ბმა.



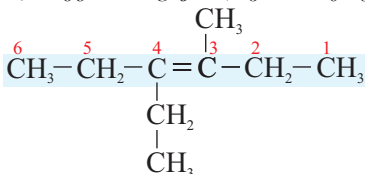
თუ ორმაგი ბმა ძირითადი ჯაჭვის ბოლოებიდან თანაბარ მანძილზეა, მაშინ ძირითადი ჯაჭვის დანომრვა ხდება ალკანების დასახელებისას შესწავლილი წესების საფუძველზე.

დანომერა იწყება იმ ბოლოდან, საიდანაც უფრო ახლოა რადიკალი



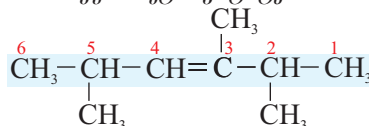
2-მეთილბუტენ-2

დანომერა იწყება იმ ბოლოდან, საიდანაც უფრო ახლოა უფრო მარტივი აღნიშობის მქონე რადიკალი



3--მეთილ-4-ეთილჰექსენ-3

დანომერა იწყება იმ ბოლოდან, საიდანაც უფრო მეტია განტოტვა



2,3,5-ტრიმეთილჰექსენ-3



**რა ისწავლეთ?**

მოლეკულაში 3 ნახშირბადატომის მქონე ალკენის ..... პრობილენია.

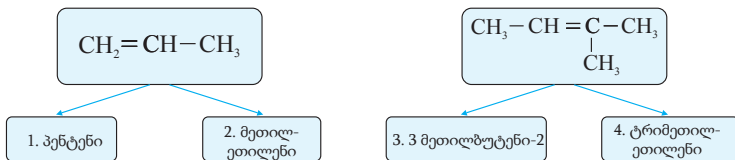
$\text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_3$  ალკენის .....-ით სახელწოდება არასიმ-დამეთილეითილენია, .....-ით  $\text{CH}_3$  სახელწოდება კი 2-მეთილპრობილენია.

საერთაშორისო ნომენკლატურა; რაციონალური ნომენკლატურა; ისტორიული სახელწოდება.



**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

1 რომელ შემთხვევაშია სწორად მოცემული ალკენის სახელწოდება?

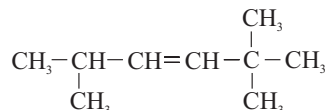


- ა) 1, 2      ბ) 2, 4      გ) 1, 3      დ) 1, 4      ე) 2, 3

2 სწორად დალაგეთ ალკენების საერთაშორისო ნომენკლატურით დასახელების ეტაპები.

1. ძირითად ჯაჭვში მყოფი რადიკალების ადგილისა და სახელის აღნიშვნა.
2. ძირითადი ჯაჭვის დანომერა
3. ძირითადი ჯაჭვის შერჩევა
4. ძირითადი ჯაჭვის სახელწოდების აღნიშვნა.
5. ორმაგი ბმის ადგილის აღნიშვნა.

3 თუ ალკენის მოლეკულის ძირითად ჯაჭვში ორმაგი ბმა და განტოტვა ბოლოებიდან თანაბარ მანძილზეა, მაშინ საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე ძირითადი ჯაჭვის დანომერა იწყება იმ ბოლოდან, საიდანაც უფრო მეტია განტოტვა. ახსენით ეს წესი მაგალითის საშუალებით და შესაბამისი ალკენი დაასახელეთ საერთაშორისო ნომენკლატურით.







## თემა 3.4. ალკენების იზომერია



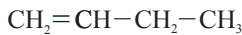
$C_4H_{10}$  შემადგენლობაში ორი ალკანის არსებობის მიუხედავად  $C_4H_8$  შედგენილობაში 4 ალკენია.

*ნახშირბადატომების ერთნაირი შედგენილობის მიუხედავად, რატომია ალკენს ალკანთან შედარებით უფრო მეტი იზომერი აქვს?*

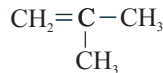
ალკანების მსგავსად ალკენებსაც აქვთ ჩონჩხის იზომერია. მაგრამ ალკანებისაგან განსხვავებით ალკენებს ნახშირბადის ჯაჭვის ჩონჩხის იზომერიის გარდა, **ორმაგი ბმების მდებარეობით ჩონჩხის იზომერია და კლასებს შორის იზომერიაც აქვს**. ჩონჩხის იზომერიის გარდა ალკენებში შესაძლებელია გეომეტრიული იზომერია.

### ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია

ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია, როგორც ალკანებშია, მოლეკულაში ოთხი ნახშირბადატომის მქონე წარმომადგენელიდან ( $C_4H_8$ ) იწყება.



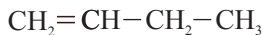
ბუტენ-1



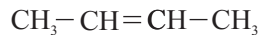
2-მეთილპროპენი

### ორმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია.

ორმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია ძირითად ჯაჭვში ორმაგი ბმის ადგილის (მდებარეობის) მიხედვით წარმოიქმნება. ამ დროს ნახშირბადის ჯაჭვის ჩონჩხი არ იცვლება, მხოლოდ ძირითად ჯაჭვში იცვლება ორმაგი ბმის ადგილი. ძირითად ჯაჭვში მინიმუმ 4 ნახშირბადატომის მქონე ალკენებს ორმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით აქვთ ჩონჩხის იზომერია. ე.ი. ორმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით ჩონჩხის იზომერიაც მოლეკულაში ოთხი ნახშირბადატომის მქონე ალკანიდან ( $C_4H_8$ ) იწყება.



ბუტენ-1



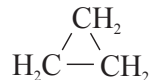
ბუტენ-2

### კლასებს შორის იზომერია

ალკენებისა და ციკლოალკანების ზოგადი ფორმულა ერთი და იგივეა. ამის გამო მოლეკულაში ერთნაირი რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკენი და ციკლოალკანი ერთმანეთის კლასებს შორის იზომერებია. რადგან ციკლოალკანების პირველი წარმომადგენელი ციკლოპროპანია ( $C_3H_6$ ) ეთილენს კლასებს შორის იზომერი არა აქვს და ალკანებში ეს იზომერია იწყება პროპენიდან.

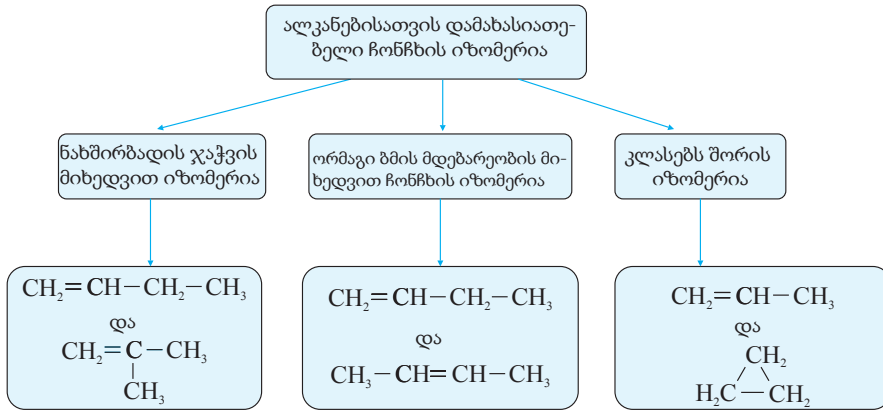


პროპენი



ციკლოპროპენი

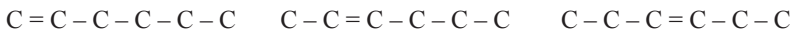
ალკენების ჩონჩხის იზომერია შეიძლება დავაჯგუფოთ ქვემოთ მოცემული სქემის სახით.



## ს ი მ უ შ ი

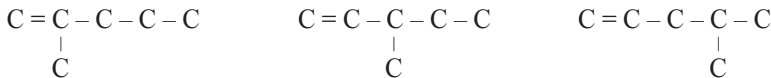
დაწერეთ  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  შედგენილობის ალკენების სტრუქტურული ფორმულა.

1. თავდაპირველად დაწეროთ განუტოტველი აღნაგობის ალკენების ფორმულა. ამ დროს ორმაგი ბმა შეიძლება მოთავსდეს მთავარი ჯაჭვის სამ სხვადასხვა ადგილას.

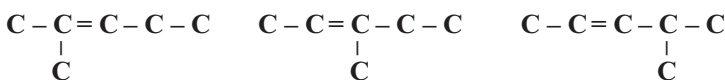


2. შემდეგ ნახშირბადატომებიდან ზოგიერთი თანმიმდევრობით შევაერთოთ, ერთი კი შესაძლო ვარიანტებიდან დაწეროთ განუტოტველი სახით. ამ მდგომარეობაში ორმაგი ბმა შეიძლება მოთავსდეს ძირითადი ჯაჭვის ორ სხვადასხვა ადგილას:

ა) როდესაც ორმაგი ბმა 1-ელ და მე-2 ნახშირბადატომებს შორისაა.

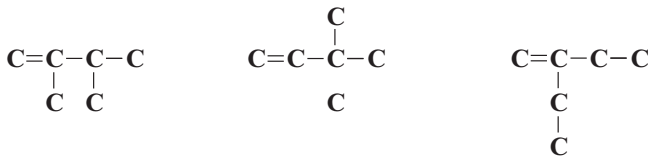


ბ) როდესაც ორმაგი ბმა მე-2 და მე-3 ნახშირბადატომებს შორისაა.

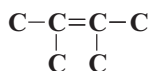


3. შემდეგ ნახშირბადატომებიდან ოთხი თანმიმდევრულად შევაერთოთ, ორი კი დაწეროთ შესაძლო ვარიანტით განუტოტველი სახით. ამ მდგომარეობაშიც ორმაგი ბმა ძირითად ჯაჭვში ორ სხვადასხვა ადგილას შეიძლება მდებარეობდეს:

ა) როდესაც ორმაგი ბმა 1-ელ და მე-2 ნახშირბადატომებს შორისაა



ბ) როდესაც ორმაგი ბმა მე-2 და მე-3 ნახშირბადატომებს შორისაა



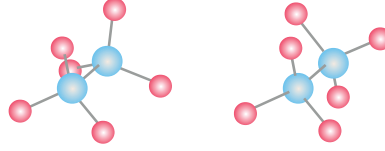
როგორც ხედავთ  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  შედგენილობის ალკენს 13 ჩონჩხის იზომერი აქვს.

**გეომეტრიული (ცის-ტრანს) იზომერია**



**საქმიანობა**

თქვენ უკვე შეისწავლეთ, რომ ეთანის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს მათი დამაკავშირებელი ბმების (C - C) გარშემო თავისუფლად შეუძლიათ ბრუნვა.

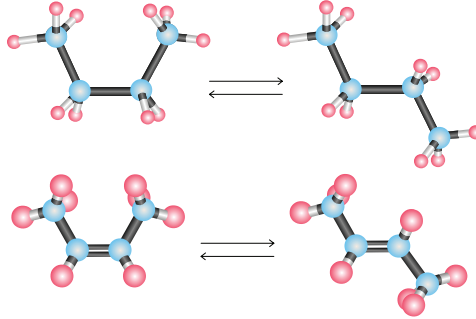


შეადგინეთ ეთილენის მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდელი და შეამოწმეთ აქვთ თუ არა ნახშირბადატომებს მათი დამაკავშირებელი ბმის (C - C) გარშემო ერთმანეთის მიმართ ბრუნვის შესაძლებლობა.

*რით განსხვავდება ეთანისა და ეთილენის მოლეკულების ნახშირბადატომები მათი დამაკავშირებელი ბმების გარშემო ერთმანეთის მიმართ ბრუნვის მიხედვით?*

*რა არის ამ განსხვავების მიზეზი?*

ბუტანისა და ბუტენ-2-ის მაგალითებზე ნაჩვენებია ქვემოთ მოცემული გარდაქმნები.

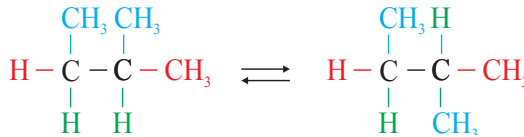


*მოცემული გარდაქმნიებიდან რომელი მიმდინარეობს ნახშირბადატომების შეპარტოვებული ბმების გარშემო ბრუნვის ხარჯზე?*

*რომელ მდგომარეობაში ერთი ფორმიდან მეორე ფორმაზე გარდაქმნილი ნივთიერებები ერთი და იგივე ნივთიერება კი არა, არამედ იზომერიაა?*

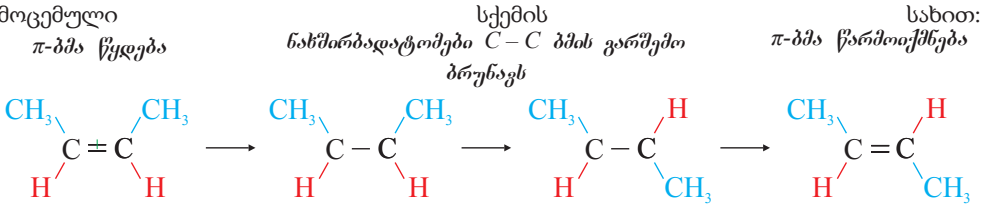
*რით განსხვავდებიან ეს იზომერები ერთმანეთისაგან?*

ალკანების მოლეკულაში მყოფი ნახშირბადატომები მათი დამაკავშირებელი ბმების (C = C) გარშემო ბრუნავს. მაგალითად, ბუტანის მოლეკულაში ამ ბრუნვის ხარჯზე შეიძლება მიმდინარეობდეს ქვემოთ მოცემული გარდაქმნა.

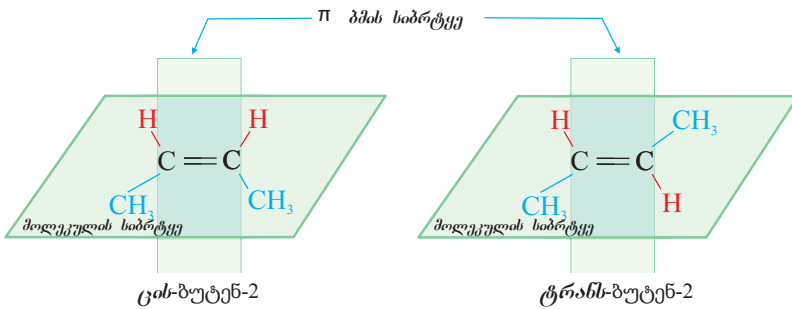


მოცემული ალკანები ერთი და იგივე ნივთიერებებია. ალკენის მოლეკულაში მყოფი ნახშირბადატომები კი ორმაგი ბმის (C=C) გარშემო ერთმანეთის მიმართ ბრუნავს. ამ მიზეზით ორმაგბმის ნახშირწყალბადების ბრუნვა შეუძლებელია. მაგალითად, ბუტენ-2-ის მოლეკულაში ბუტანის მოლეკულის ანალოგიურად ბრუნვის ხარჯზე გარდაქმნა არ

მიმდინარეობს. ბუტენ - 2-ში ეს გარდაქმნა შეიძლება მიმდინარეობდეს მხოლოდ დამატებითი ენერჯის დახარჯვით და π-ბმის გაწყვეტით. ამის წარმოსახვა შეიძლება ქვემოთ მოცემული



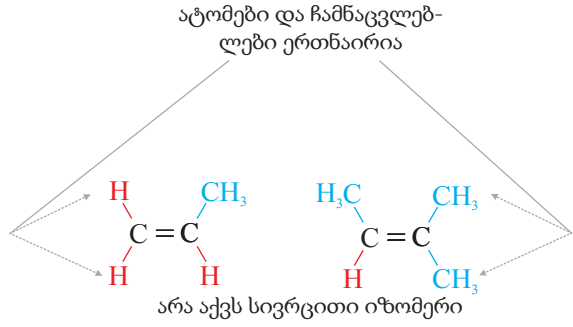
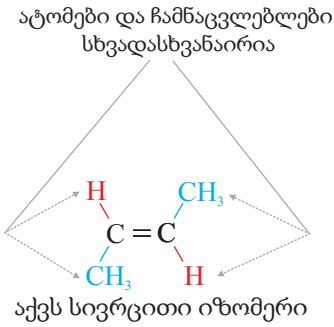
გარდაქმნილი ალკენები ერთი და იგივე ნივთიერება კი არა ერთმანეთის იზომერები იქნება. თუმცა იზომერიის აღნიშნული სახეობა არ არის განპირობებული მოლეკულაში ატომთა შეერთების არც სხვადასხვა თანმიმდევრობით და არც ორმაგი ბმის ადგილმდებარეობით. იგი გამოწვეულია ორმაგბმიანი ნახშირბადატომთან დაკავშირებული ჩამანაცვლებლის (ამ შემთხვევაში მეთილის ჯგუფების) სხვადასხვაგვარი განლაგებით სივრცეში π ბმის - სიბრტყის მიმართ.



ქვემოთ მოცემულია ბუტენ-2-ის ცის-და ტრანს-იზომერიის მასშტაბური მოდელები

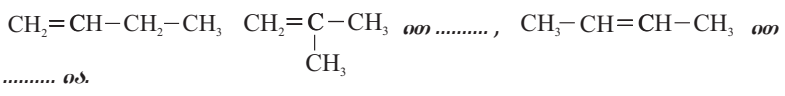
ბუტენ-2	
ცის-ბუტენ-2	ტრანს-ბუტენ-2

ყველაალკენისათვის არასებობს სივრცითი იზომერია. ალკენის მოლეკულის სივრცითი იზომერიის არსებობისათვის ორმაგი ბმით დაკავშირებული თითოეული ნახშირბადატომი თავის მხრივ დაკავშირებულია ორ სხვადასხვა ატომთან ან ატომთა ჯგუფთან.



**რა ისწავლეთ?**

ალკენების ჰომოლოგიური რიგის მეორე წარმომადგენელს ..... აქვს 2-მეთილბუტენ-2-ში ორმაგ ბმის ნახშირბადატომებიდან ერთ-ერთისათვის ერთნაირი რადიკალების მიერთებისას მას ..... არა აქვს



კლასებს შორის იზომერია; ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია; გეომეტრიული (ცის-ტრანს) იზომერია; ორმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია; ცის-იზომერია; ტრანს-იზომერია;

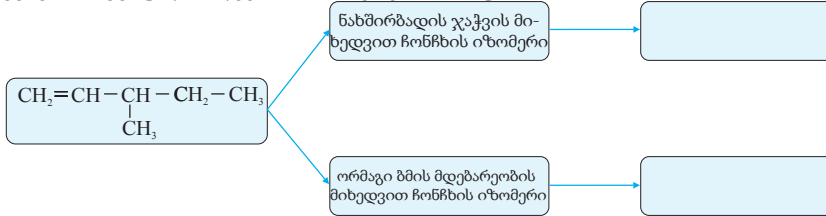
**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- 1 შეარჩიეთ ბუტენ-1-ის იზომერები
1. CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>3</sub>
  2. CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>3</sub>
  3. CH<sub>3</sub>-CH=CH-CH<sub>3</sub>
  - 4.
  - 5.
  6. CH<sub>3</sub>-CH=C(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>3</sub>

- 2 განსაზღვრეთ ალკენების ცის- და ტრანს- ფორმები
1.  $\begin{array}{c} H_3 \backslash \\ = \\ H' / \end{array} \begin{array}{c} / H_3 \\ \backslash H \end{array}$
  2.  $\begin{array}{c} H_3 \backslash \\ = \\ H' / \end{array} \begin{array}{c} / H \\ \backslash H_3 \end{array}$
  3.  $\begin{array}{c} H_3 \backslash \\ = \\ H' / \end{array} \begin{array}{c} / H_2 - H_3 \\ \backslash H \end{array}$
- ცის- ფორმა      ტრანს- ფორმა
- ა) 1, 2      3
  - ბ) 1      2, 3
  - გ) 1, 3      2
  - დ) 2      1, 3
  - ე) 3      1, 2

3 პროპენის მოლეკულაში პირველ ნახშირბადატომთან მყოფ წყალბადატომებიდან ერთს თუ ჩავანაცვლებთ მეთილის რადიკალით, მიღებული ნაერთი წარმოქმნის ცის-ტრანს იზომერს, მეორე ნახშირბადატომთან მყოფი წყალბადატომის ჩანაცვლებით კი არ წარმოქმნის. განმარტეთ მიზეზი.

4 უჩვენეთ მოცემული ალკენის იზომერების ნიმუში



5 რომელი იზომერები აქვს მოლეკულაში 8 σ-ბმის მქონე ალკენს?

1. ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით ჩონჩხის იზომერი
2. ორმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით ჩონჩხის იზომერი
3. კლასებს შორის იზომერი
4. გეომეტრიული (ცის-ტრანს) იზომერი

6  $\text{CH}_3-\underset{\text{Y}}{\underset{|}{\text{C}}}=\underset{\text{X}}{\underset{|}{\text{CH}}}$  ნაერთს, რომ ჰქონდეს გეომეტრიული (*ცის-ტრანს*) იზომერები, X და Y რომელი ატომებით და რადიკალებით უნდა იყოს ჩანაცვლებული?

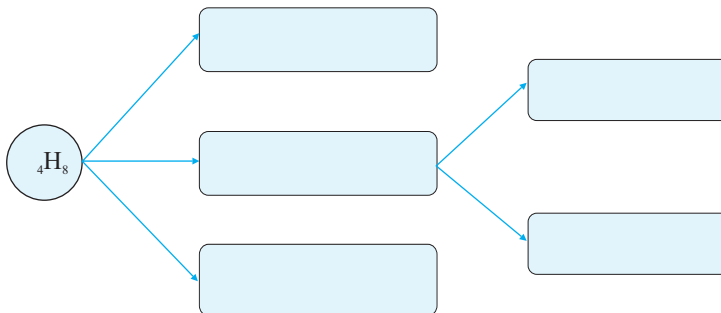
- |                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| X                                | Y                             |
| 1. H                             | CH <sub>3</sub>               |
| 2. CH <sub>3</sub>               | CH <sub>3</sub>               |
| 3. C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> | CH <sub>3</sub>               |
| 4. CH <sub>3</sub>               | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> |

7 ჩაწერეთ ნივთიერებათა წყვილი ცხრილის შესაბამის უჯრებში.

ალკენების ჩონჩხის იზომერები		
ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით ჩონჩხის იზომერები	ორმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით ჩონჩხის იზომერები.	კლასებს შორის იზომერები.

1. პენტენ-2 და ციკლოპენტანი
2. 2-მეთილპროპენი და ბუტენ-1
3. 2-მეთილბუტენ-1 და 2-მეთილბუტენ-2

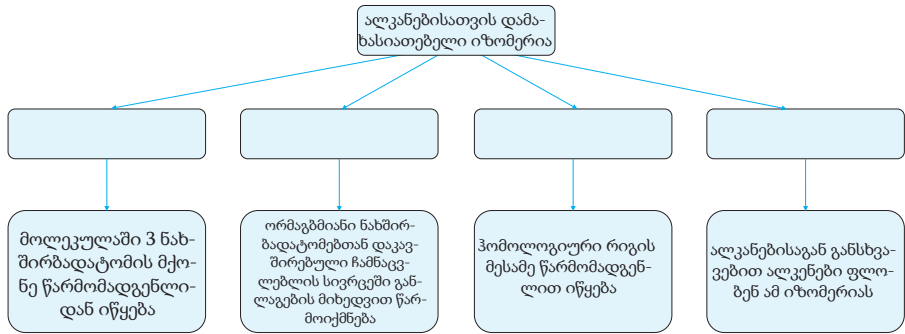
8 განასხვავეთ C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>-ის იზომერები სქემის მიხედვით



9 შეადგინეთ C<sub>5</sub>H<sub>10</sub> შედგენილობის ალკენების სტრუქტურული ფორმულები. ამ ნივთიერებებიდან რომლები წარმოქმნიან გეომეტრიულ (*ცის-ტრანს*) იზომერს?



10



- 11 ვიცით, რომ  $C_6H_{12}$  შედგენილობის ალკენს აქვს 13 ჩონჩხის იზომერი. თუ *ცის-ტრანს* იზომერიასაც მხედველობაში მივიღებთ, დაადგინეთ იზომერების საერთო ჯამი.
- 12 პროპენის მოლეკულაში მყოფ რომელ ნახშირბადატომთან დაკავშირებული ერთი წყალბადატომის ქლორის ატომით ჩავანაცვლებთ მიღებულ ნაერთს ექნება *ცის-* და *ტრანს-* იზომერები?

### თემა 3.5. ალკენების მიღება

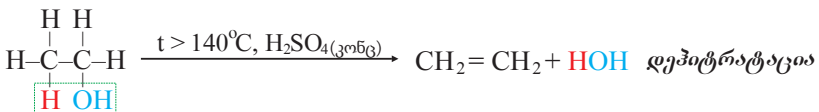
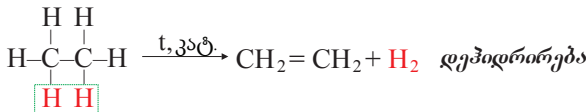


თქვენი აზრით, ნაჯერი ნაერთებიდან შესაძლებელია ალკენების მიღება?



#### საქმიანობა

თქვენ უკვე იცით, რომ ეთანის მოლეკულიდან წყალბადის მოლეკულის, ეთანოლის მოლეკულიდან კი წყლის მოლეკულის მოწყვეტის შედეგად ეთილენი მიიღება და ამ რეაქციებს შესაბამისად დეჰიდრირების და დეჰიდრატაციის რეაქციები ეწოდება.



მზავსი წესით შეიძლება თუ არა 1,2 - დიქლორეთანიდან და ქლორეთანიდან ეთილენის მიღება?

ამისათვის მათი რომელი ნივთიერებებთან ურთიერთქმედებაა საჭირო?



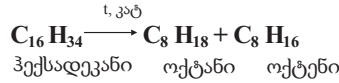
რა ეწოდებათ ამ რეაქციებს?

რომელი ჰალოგენწარმოებული უნდა ავიღოთ სხვა ალკენების მისაღებად?

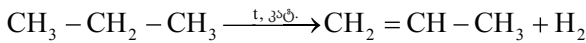
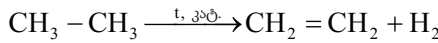
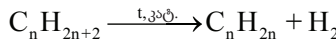
ალკანებისაგან განსხვავებით ალკენები ქიმიურად აქტიურებია, ამიტომ ისინი ბუნებაში არ მოიპოვებიან. როგორც მრეწველობაში, ასევე ლაბორატორიაში, ძირითადად, მიიღება ალკანებისა და მათი წარმოებულებისაგან.

**მრეწველობაში** ალკენები მიიღება ქვემოთ მოცემული მეთოდებით:

1. **ნავთობპროდუქტების კრეკინგით.** ნავთობპროდუქტების კრეკინგის დროს მათი შემადგენლობაში მყოფი ალკანების დაშლით წარმოიქმნება უფრო დაბალმოლეკულური მასის მქონე ალკანები და ალკენები.

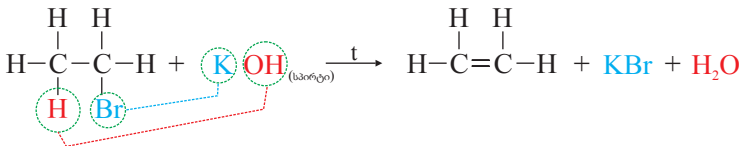


2. **ალკანების დეჰიდრირებით.** მაღალ ტემპერატურაზე კატალიზატორის თანხლებით ალკანის მოლეკულიდან ჩამოსცილდება  $\text{H}_2$  და მიიღება ალკენი.

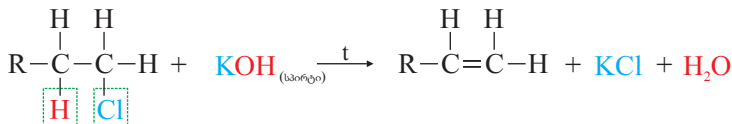


**ლაბორატორიაში** ალკენები, ძირითადად, მიიღება მეზობელ ნახშირბადატომისაგან ატომის და ატომთა ჯგუფის ჩამოცილებით. ამ დროს ნახშირბადატომთან შორის წარმოიქმნება  $\pi$ -ბმა (ორმაგი ბმა). ამ რეაქციებს ელიმინირების რეაქციები ეწოდება. ქვემოთ მოცემული ელიმინირების რეაქციებიდან ლაბორატორიაში მიიღება ალკენები.

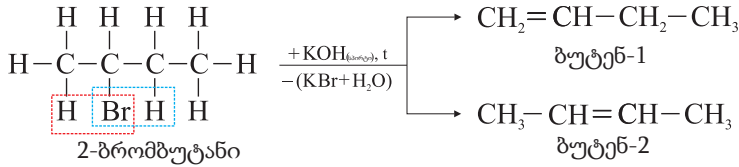
1. **მონოჰალოგენური ალკანების (ჰალოგენალკანების) ტუტე სპირტსხნართან გაცვლებით.** მაგალითად, ეთილბრომიდისა და კალიუმის ჰიდროქსიდის სპირტსხნარის ურთიერთქმედების დროს ეთილბრომიდის მოლეკულიდან მოსწყდება წყალბადისა და ბრომის ატომები, შედეგად მიიღება ეთილენი, კალიუმბრომიდი და წყალი.



როგორც ხედავთ, ეს რეაქციები მიმდინარეობს მოლეკულიდან, როგორც წყალბადის, ასევე ჰალოგენის ატომების მოწყვეტით და ამ რეაქციებს დეჰიდროჰალოგენირების რეაქციები ეწოდება. თუ ჰალოგენის ატომსა შერთებულია პირველად ნახშირბადატომთან, მაშინ ამ ჰალოგენალკანის **დეჰიდროჰალოგენირების რეაქციით** მიიღება მხოლოდ ერთი ალკენი.

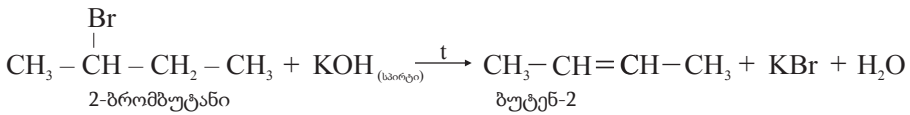


თუ ჰალოგენის ატომი მეორეულ და მესამეულ ნახშირბადატომთანაა შერთებული, მაშინ ამ ჰალოგენალკანების დეჰიდროჰალოგენირების რეაქციებიდან კი, როგორც წესი, მიიღება ორი ალკენის ნარევი. მაგალითად, 2-ბრომბუტანთან KOH-ის სპირტსხნარის მოქმედებით მიიღება ორი ნაერთი - ბუტენ-1 და ბუტენ-2.

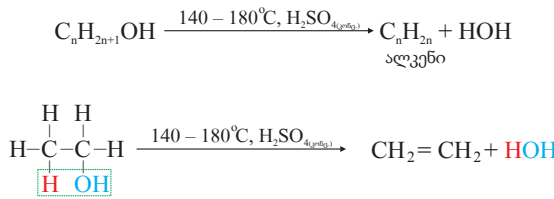


თუმცა უპირატესად მიიღება ბუტენ-2 და არა ბუტენ-1. ამის მიზეზი ორმაგბმის ნახშირბადატომთან შეერთებული ალკილის რადიკალის რადენობის ზრდასთან ერთად ალკენის მოლეკულის სიმტკიცის გაზრდაა. როგორც ხედავთ, ბუტენ-1 მოლეკულაში ორმაგბმის ნახშირბადატომებს ერთი (ეთილი), ბუტენ-2 მოლეკულაში კი ორი (მეთილი) ალკილის რადიკალი უკავშირდება. ე.ი. ბუტენ-2 ბუტენ-1-ზე უფრო მტკიცეა. ეს წესი პირველად რუსმა მეცნიერმა ა.მ. ზაიცევმა დაადგინა.

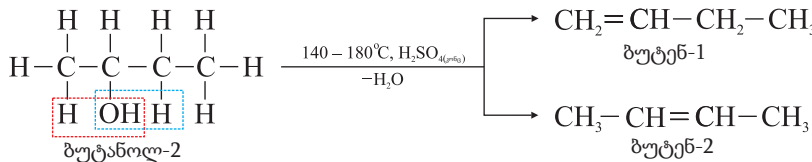
ორგანულ ქიმიაში ამ რეაქციების მსგავსი მრავალი რეაქცია მიმდინარეობს სხვადასხვა მიმართულებით და შედეგად მიიღება რამდენიმე პროდუქტი. ამ შემთხვევაში რეაქციების ტოლობა იწერება ძირითად (რომელიც მეტი წარმოიქმნება) პროდუქტის მიხედვით. მაშინ 2-ბრომბუტანის ტუტე სპირტსხნართან რეაქციის ტოლობა შეიძლება დავწეროთ ქვემოთ მოცემული სახით.



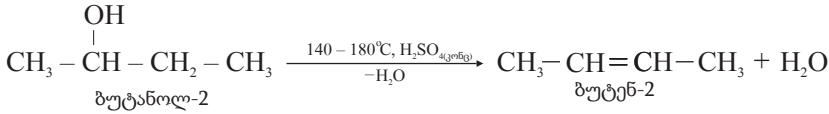
2. ნაჯერი ერთატომიანი სპირტების დეჰიდრატაციით სპირტზე 140-180°C ტემპერატურის პირობებში თუ ვიმოქმედებთ კონცენტრირებული H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ით, სპირტის მოლეკულას მოსწყდება წყლის მოლეკულა (მოლეკულათშორისი დეჰიდრატაცია) და მიიღება ალკენი.



სპირტის მოლეკულაში მყოფი OH ჯგუფი თუ უკავშირდება მეორეულ ან მესამეულ ნახშირბადატომს, მაშინ როგორც იყო დეჰიდროჰალოგენირების რეაქციებში, დეჰიდრატაციის რეაქციების შედეგად, როგორც წესი მიიღება ორი ალკენი. მაგალითად:



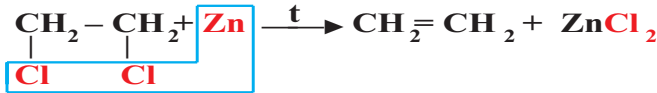
ზაიცევის წესის საფუძველზე, რადგანაც რეაქციის ძირითადი პროდუქტი ბუტენ-2-ია, ამიტომაც ამ რეაქციის ტოლობა შეიძლება დავწეროთ ქვემოთ მოცემული სახით.



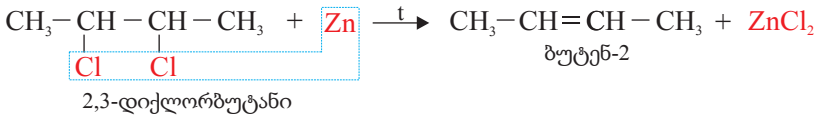
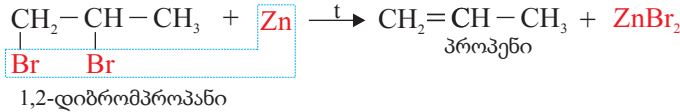
დღესდღეობით ზაიცევის წესი გამოითქმის შემდეგნაირად:

ჰალოგენალკენებიდან ჰალოგენწყალბადის და სპირტებიდან წყლის მოწყვეტის დროს რეაქცია მიმდინარეობს უფრო მეტად (ორმაგბმის ნახშირბადატომთან დაკავშირებული მინიმუმი რაოდენობის წყალბადატომები მქონე) ალკენის მიღების მიმართულებით.

პ. ვისინალის დიჰალოგენალკენების ზოგიერთ მეტალთან (Zn, Mg და სხვ.) გაცხელებით. ვისინალის დიჰალოგენალკანები ნივთიერებებია სადაც ჰალოგენის ატომები არის მეზობელ ნახშირბადატომებთან. მათგან ზოგიერთი მეტალბთან რეაქციის დროს, მეტალის ატომები ჰალოგენის ატომებს ჩამოაცილებს და შედეგად შესაბამისი ალკენი მიიღება. მაგალითად 1,2 - დიქლორეთანის Zn-თან ურთიერთქმედების რეაქცია მიმდინარეობს ქვემოთ მოცემული სახით.



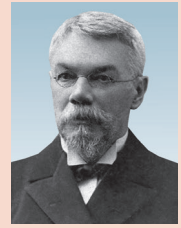
როგორც ხედავთ ამ რეაქციების შედეგად ხდება მოლეკულიდან ჰალოგენის ატომების ჩამოცილება. ამის გამო ასეთ რეაქციებს *დეჰალოგენირების რეაქციები* ეწოდება. დეჰალოგენირების რეაქციებისათვის დამახასიათებელ რამოდენიმე ნიმუშს გადავხედოთ.



**რა ისწავლეთ?**

მრეწველობაში ალკენები, ძირითადად ნავთობპროდუქტების შედგენილობაში მყოფი ალკანების ..... მიიღება.  
 ... დიჰიდროგენალკანების ..... პროდუქტი ალკენებია. ეთილის სპირტის ..... ეთანის კი ... რეაქციისაგან ეთილენი მიიღება.  
 2-ქლორბუტანის -ის სპირტსნართან ურთიერთქმედება .... რეაქციაა და ეს რეაქცია .....ით მიმდინარეობს.

კრეკინგი; დეჰიდრირება; დეჰიდროჰალოგენირება; დეჰიდრაცია; დეჰალოგენირება; ზაიცევის წესი.

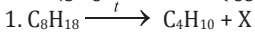


ალექსანდრე მიხაილის ძე ზაიცევი (1841-1910) რუსი ქიმიკოსი მნიშვნელოვანი კვლევები აწარმოა სპირტების სინთეზის შესახებ



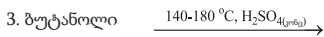
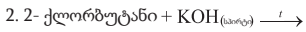
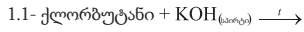
შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

1 განსაზღვრეთ X-ის მოლეკულაში მყოფი ნ-ბმების რაოდენობა.



- ა) 8      ბ) 10      გ) 11      დ) 13      ე) 14

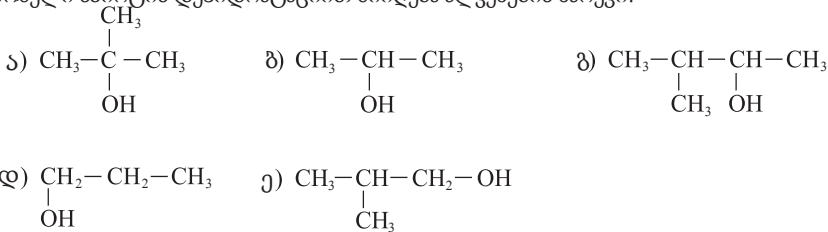
2 რომელი რეაქციებისაგან მიიღება ბუტენ-2?



- ა) 2, 4      ბ) 1, 2      გ) 1, 3      დ) 3, 4      ე) 1, 4

3 რატომ არ მიიღება მეთილბრომიდის ნატრიუმის ჰიდროქსიდის სპირტხსნართან გაცხელებით ალკენი?

4 რომელი სპირტის დეჰიდრატაციით მიიღება ალკენების ნარევი?



5  $CH_3Br$  მოლეკულაში მყოფი წყალბადატომებიდან ერთი, რომელი რადიკალით უნდა ჩაენაცვლოთ, რომ წარმოქმნილ ნაერთზე ტუტე სპირტხსნარის მოქმედებით ალკენი არ მივიღოთ?

- ა) მეორეული ბუტილი      ბ) მესამეული ბუტილი      გ) იზობუტილი      დ) ეთილი      ე) იზოპროპილი

6 გამოიანგარიშეთ 12,9 გრ. ეთილქლორიდის ზედმეტი რაოდენობის კალიუმჰიდროქსიდის სპირტხსნართან რეაქციის შედეგად მიღებული ალკენის მოცულობა (ნ.პ., ლიტრა).

- ა) 2,24      ბ) 1,12      გ) 4,48      დ) 5,6      ე) 11,2

7 განასხვავეთ ელიმინირების რეაქციების შესაბამისი გარდაქმნები დეჰიდრირების (I), დეჰიდროჰალოგენირების (II), დეჰიდრატაციის (III) და დეჰალოგენირების (IV) რეაქციების შესაბამისად. დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.



8 განასხვავეთ სპირტები ცხრილის მიხედვით.

სპირტი	
განიცდის მოლეკულათშორის დეჰიდრატაციას	არ განიცდის მოლეკულათშორის დეჰიდრატაციას
1. $\begin{array}{c} CH_3-CH-CH-CH_3 \\   \quad   \\ OH \quad CH_3 \end{array}$	2. $\begin{array}{c} CH_3 \\   \\ CH_2-C-CH_3 \\   \quad   \\ OH \quad CH_3 \end{array}$
	3. $\begin{array}{c} CH_3 \\   \\ CH_3-CH-C-CH_3 \\   \quad   \\ OH \quad CH_3 \end{array}$

9  $CH_3Cl \rightarrow C_2H_6 \rightarrow C_2H_5Cl \rightarrow C_2H_4$

შეადგინეთ გარდაქმნების სქემის შესაბამისი რეაქციის განტოლებები

10 დაწერეთ მოცემული ნივთიერებებიდან ბუტენ-2-ის მიღების რეაქციის განტოლებები. 2-ბრომბუტანი, 2) 2,3 - დიქლორბუტანი 3) ბუტანოლ-2

- 11 რომელი ალკენების ნარევი მიიღება ალკანების დეჰიდრირების რეაქციების დროს, ბუტანის დეჰიდრირებით, თუ გავითვალისწინებთ, რომ არ იცვლება ნახშირბადის ჯაჭვის ჩონჩხი? რომელი ალკენის რაოდენობა იქნება მეტი ზაიცევის წესების საფუძველზე მიღებულ ნაერთში?
- 12  $C_3H_6Cl_2$  შედგენილობის რომელ ნაერთების თუთიასთან რეაქციით არ მიიღება პროპენი?

### თემა 3.6. ალკენების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები

*რა საერთო აქვთ ყოფაცხოვრებაში გამოყენებულ ამ პროდუქტებს?*

**საქმიანობა 1**

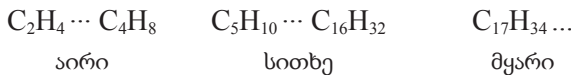
1.  $CH_3-CH=CH_2$       2.  $CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$       3.  $CH_2=CH_2$

4.  $CH_3-CH_2-CH=CH_2$       5.  $CH_3-C=CH_2$   
|  
 $CH_3$

*როგორ შეიძლება შევადაროთ მოცემული ალკენების დუიდილის ტემპერატურები? თქვენი აზრით, რომელ აგრეგატულ მდგომარეობაში არიან ეს ალკენები ჩვეულებრივ პრიაბებში?*

#### ფიზიკური თვისებები

ალკენები უფერო ნივთიერებებია, არ იხსნებიან წყალში და პოლარულ გამხსნელებში. ისინი კარგად იხსნებიან არაპოლარულ გამხსნელებში (ბენზინი, ბენზოლი, ტოლუოლი და სხვ.) ალკენების ჰომოლოგიური რიგის პირველი სამი წარმომადგენელი ოთახის ტემპერატურაზე აირად, განუტოტველი ადნაგობის  $C_5 - C_{16}$  შედგენილობის ალკენები თხევად, მომდევნო ჰომოლოგები კი მყარ მდგომარეობაშია.



აირად და მყარ მდგომარეობაში მყოფ ალკენებს სუნი არა აქვთ. თხევად მდგომარეობაში მყოფ ალკენებს კი არამკვეთრი სუნი აქვთ. დაბალი მოლეკულური მასის მქონე ალკანები მაღალ კონცენტრაციაში მომწამლავ თვისებებს ავლენენ.

ალკენები ალკანების მსგავსად მყარ მდგომარეობაში წარმოქმნიან მოლეკულურ კრისტალურ მესერს. მოლეკულაში ნახშირბადატომების რაოდენობის (ფარდობითი მოლეკულური მასა) ზრდასთან ერთად განუტოტველი ალკენების დუიდილის ტემპერატურა და სიმკვრივე, როგორც ალკანებში, იზრდება.

ალკენი	ფარდობითი მოლეკულური მასა	ოთახის ტემპერატურაზე აგრეგატული მდგომარეობა	დუდილის ტემპერატურა, °C	სიმკვრივე გრ/სმ <sup>3</sup> (თხევად მდგომარეობაში)
ეთენი	28	აირი	-103,9	0,566
პროპენი	42	აირი	-47,0	0,609
ბუტენ-1	56	აირი	-6,6	0,629

როგორც ალკანებშია, იზომერულ ალკენებშიც განტოტვის ზრდით სიმკვრივე და დუდილის ტემპერატურა კლებულობს.

ჩონჩხის იზომერიის მქონე ალკანები	დუდილის ტემპერატურა, °C	სიმკვრივე, გრ/სმ <sup>3</sup> (თხევად მდგომარეობაში)
ბუტენ-1	-6,6	0,629
2-მეთილპროპენი	-6,9	0,588

ალკენების ცის- და ტრანს- იზომერებიდან, როგორც წესი ცის-იზომერების სიმკვრივე და დუდილის ტემპერატურა მაღალია.

გეომეტრიული იზომერიის მქონე ალკენები	დუდილის ტემპერატურა, °C	სიმკვრივე გრ/სმ <sup>3</sup> (თხევად მდგომარეობაში)
ცის-ბუტენ-2	+3,7	0,645
ტრანს-ბუტენ-2	+10,9	0,627



**ქიმიის როლი**

ეთილენი აჩქარებს ზოგიერთი ხილის დამწიფებას და მცირე რაოდენობით ხდება მისი სინთეზი მცენარეებში. ხილის შორს მანძილზე ტრანსპორტირების დროს, რომ არ გაფუჭდეს, მისი მოკრეფა ხდება კარგად მომწიფებამდე. ტრანსპორტირების დროს იმ დახურულ გარემოს ჰაერში, სადაც მოთავსებულია პროდუქტი, ამატებენ ცოტა რაოდენობით ეთილენს. შედეგად, სანამ პროდუქტი მიაღწევს საჭირო მისამართს მწიფდება და თანაც არ ფუჭდება.



**საქმიანობა 2**

განსაზღვრეთ ეთანისა და ეთილენისათვის სწორი (+) და მცდარი (-) განმარტებები

	ეთანი	ეთილენი
1. მოლეკულაში არ არის π-ბმა	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. მოლეკულაში არის π-ბმა	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ნაჯერია	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. უჯერია	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ახასიათებს მიერთების რეაქცია	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ახასიათებს ჩანაცვლების რეაქცია.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*თქვენი აზრით ეთილენი, რომელი თვისებების მხედვეთი განსწავლდება ეთანისაგან? მას რომელი რეაქციები ახასიათებს?*

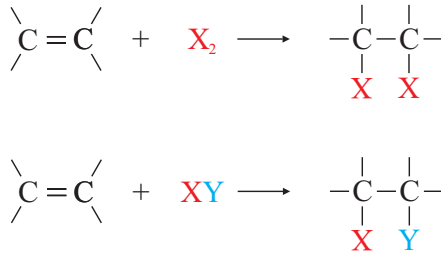
*ეს როგორ კავშირშია მის აღნაგობასთან?*



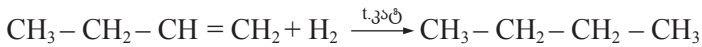
**ქიმიური თვისებები**

მიუხედავად ალკანებისა და ალკენების შედგენილობის ერთნაირი ხარისხისა, მათ ქიმიური თვისებები ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდება. ამის მიზეზი ალკანებისაგან განსხვავებით ალკენების მოლეკულაში π-ბმის არსებობაა. ალკენების ქიმიური თვისებების უმრავლესობა (შეერთება, პოლიმერიზაცია და სხვ. რეაქციების ჩათვლით) მათ მოლეკულაში π-ბმის არსებობასთან არის დაკავშირებული. თქვენ შეისწავლეთ, რომ π-ბმები ნ-ბმებთან შედარებით ნაკლებად მტკიცეა. ქიმიური რეაქციების დროს ალკენების მოლეკულაში მყოფი π-ბმა ადვილად სწყდება და ისინი ნაჯერ ნივთიერებებად გარდაიქმნებიან.

**მიერთების რეაქციები.** ალკენები იერთებენ წყალბადს, ჰალოგენებს, ჰალოგენ-წყალბადებს, წყალს და სხვ. ამ დროს ალკენების მოლეკულაში მყოფი ორმაგბმის ნახშირბადატომები  $sp^2$  ჰიბრიდულ მდგომარეობიდან გადადის  $sp^3$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაში. ალკენის მოლეკულაში  $X_2$  ( $H_2, Cl_2, Br_2, I_2$ ) და  $XY$  ( $H - ჰალ, H - OH$  და სხვ) ტიპის მოლეკულების შეერთება სქემატურად შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით.

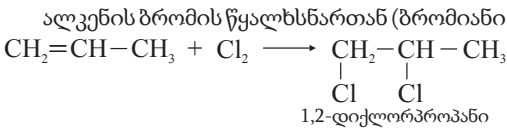


ალკენები კატალიზატორის თანხლებით იერთებენ წყალბადატომებს და გარდაქმნიან ალკანად.



ჰიდრირების რეაქცია მიმდინარეობს როგორც ატმოსფერული, ისე მაღალი წნევის პირობებში. რეაქცია ეგზოთერმულია და მაღალი ტემპერატურა საჭირო არ არის, თუ ტემპერატურას გავზრდით იმავე კატალიზატორის თანხლებით მოსალოდნელია შექცევადი (დეჰიდრირების რეაქცია) რეაქცია (ლე-შატელიეს წესის მიხედვით).

წყალბადისაგან განსხვავებით ალკენების მიერ ჰალოგენების მიერთება მიმდინარეობს ოთახის ტემპერატურაზე.



წყალი) რეაქციის დროს მონარინჯისფრო-ყვითელი ფერის პროდუქტი უფერულდება. ამის მიზეზი ხსნარში ბრომის ჩვეულებრივ პირობებში ალკენის მოლეკულასთან შეერთებით უფერო ნივთიერებების - დიბრომალკანების წარმოქმნაა.

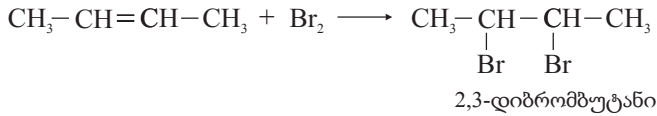
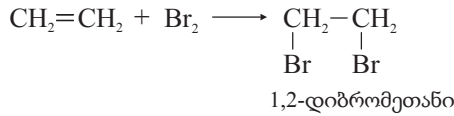
**?** *იცით თუ არა, რომ...*

ალკენებს ისტორიულად ასევე ოლეფინებსაც (ცხიმწარმოქმნელი) უწოდებდნენ. ამის მიზეზია ალკენების ორი წარმოშობაგუნის ქლორისა და ბრომთან რეაქციით ცხიმის მზავის პროდუქტების წარმოქმნა.

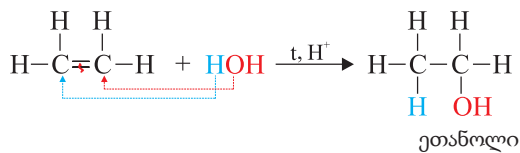
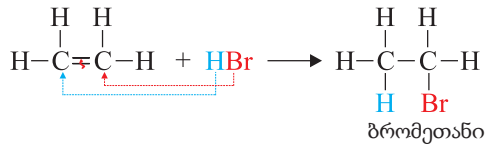
**💡** *ვაკისხნით*

ბრომი მოწითალო-მურა ფერის საიხეა.

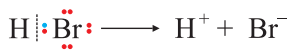
ეს რეაქცია ალკენების (ზოგადად უჯერი ნახშირწყალბადების) *ადმომხენი (თვისებითი) რეაქციაა*



HX ტიპის მოლეკულების (წყალბად-ჰალოგენი, წყალი და სხვ.) ალკენებთან მიერთებაც იგივე წესით მიმდინარეობს. რეაქციის დროს π-ბმა წყდება, H ატომი ორმაგბმის ნახშირბადატომებიდან ერთს, X კი (ჰალოგენის ატომი, OH ჯგუფი და სხვ.) მეორეს უერთდება. ეთილენის წყალბადჰალოგენებთან რეაქცია ჩვეულებრივ პირობებში, წყალთან რეაქცია კი მყავა გარემოში (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ის მონაწილეობით) მიმდინარეობს და ამ რეაქციის სქემები ქვემოთ მოცემული სახისაა:



HBr და ეთილენის ურთიერთქმედების რეაქციის მაგალითზე განვიხილოთ XH ტიპის მოლეკულების ალკენებთან მიერთების რეაქციის მექანიზმი. რადგან HBr მოლეკულაში ბრომის ატომის ელექტროუარყოფითობა მეტია, ამიტომაც ის ქიმიური ბმის ელექტრონულ სიმკვრივეს თავისკენ მიიზიდავს. ამ მიზეზით ბრომის ატომს აქვს ნაწილობრივ უარყოფითი, ხოლო წყალბადატომს კი ნაწილობრივ დადებითი მუხტი. რეაქციის დროს მოლეკულაში მყოფი ბმა ჰეტეროლიზურად წყდება, წარმოიქმნება *ელექტროფილის (H<sup>+</sup>)* (ბერძნულად „უარყოფითის მოყვარულს“ ნიშნავს) და *ნეკლეოფილის (Br<sup>-</sup>)* (ბერძნულად „დადებითის მოყვარულს“ ნიშნავს) ნაწილაკები. ეს პროცესი სქემატურად გამოისახება ქვემოთ მოცემული სახით.

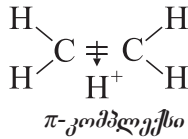


რეაქციის გარემოში ელექტროფილური ნაწილაკი (H<sup>+</sup>) მიმართულია ეთილენი მოლეკულის იმ ნაწილისაკენ, სადაც მეტია ელექტრონული სიმკვრივე, ხოლო ნუკლეოფილური ნაწილაკი (Br<sup>-</sup>) კი იმ ნაწილისაკენ სადაც ნაკლებია ელექტრონული სიმკვრივე. ალკენის მოლეკულაში ნაწილი, სადაც მეტია ელექტრონული სიმკვრივე არის π-ბმა. რადგანაც

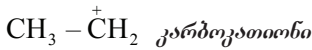
$\pi$ -ბმა  $\sigma$  ბმასთან შედარებით უფრო ნაკლებად მტკიცეა გარე ელექტრონული ველის ზეგავლენით ადვილად ხდება პოლარული. ე.ი. ალკენის მოლეკულასთან ელექტროფილური ნაწილაკის ( $H^+$ ) მიახლოებისას  $\pi$  ბმის ელექტრონული ღრუბელი ელექტროფილურ ნაწილაკისაკენ მიემართება და შედეგად  $\pi$  კომპლექსი წარმოიქმნება.



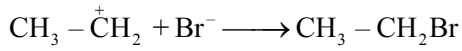
წყალბადის კათიონს ( $H^+$ ) ახასიათებს მაკალი ელექტრონული მბნდულობის უნარი და ძლიერი ელექტროფილური ნაწილაკია. რადგან წყალბადატომს მხოლოდ ერთი ელექტრონი აქვს და ამიტომაც ამ ელექტრონის დაუაროვან დროს წარმოიქმნება ელექტრონის არ მქონე კატიონი, რადგანაც  $H^+$  შეაგების დისოციაციას შედეგად წარმოიქმნება, ამიტომაც რიგი რეაქციებისა შეაგების მონაწილეობით მიმდინარეობს.



წარმოქმნილ  $\pi$  კომპლექსში ორმაგი ბმის ელექტრონული წყვილები გადაწყულია ნახშირბადატომებიდან ერთ-ერთის მიმართულებით. ეს ნახშირბადატომი (დონორი)  $\pi$ -ბმის ელექტრონული წყვილის ხარჯზე თავისუფალი ორბიტალის მქონე  $H^+$ -თან (აქცეპტორი) წარმოქმნის დონორულ-აქცეპტორული მექანიზმით კოვალენტურ ბმას. ჟანგბადის ატომის ვალენტობა, რომელმაც მიიერთა წყალბადი ოთხს უტოლდება, სხვა ნახშირბადატომები დადებითად იმუხტება და წარმოიქმნება კარბოკატიონი.



მიღებული კარბოკატიონი ადვილად უკავშირდება  $Br^-$ , რომელიც არის ნუკლეოფილის ნაწილაკი.



ორგანული ნივთიერებების შედგენილობაში მყოფი ნახშირბადატომებიდან ერთი, თუ დაიმუხტება დადებითად, მაშინ ამ იონს კარბოკატიონი, თუ უარყოფითად დაიმუხტება, მაშინ კი კარბოანიონები ეწოდება.

როგორც ხედავთ,  $XH$  ტიპის მოლეკულების ალკენებთან მიერთება ელექტროფილური ნაწილაკის მონაწილეობით ე.ი. *იონური მექანიზმით* მიმდინარეობს და ასეთ შეერთების რეაქციებს *ელექტროფილური შეერთების რეაქციები* ეწოდება.



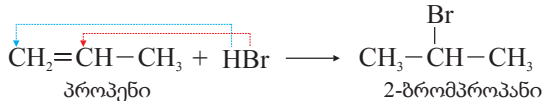
**საქმიანობა 3**

შეავსეთ ცხრილი

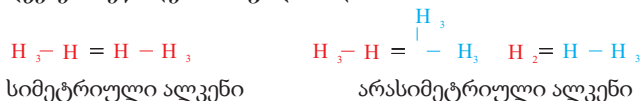
ალკენი	HBr -თან მიერთების პროდუქტი
ეთილენი	
პროპენი	
ბუტენი-1	
ბუტენი-2	

ელექტროფილური შეერთების რეაქციებთან დაკავშირებით ალკენების HBr-თან მიერთების რეაქციებიდან შეიძლება ორი სხვადასხვა პროდუქტის მიღება? თქვენ აზრით, ამ დროს მიღებული პროდუქტებიდან რომელია ძირითადი პროდუქტი?

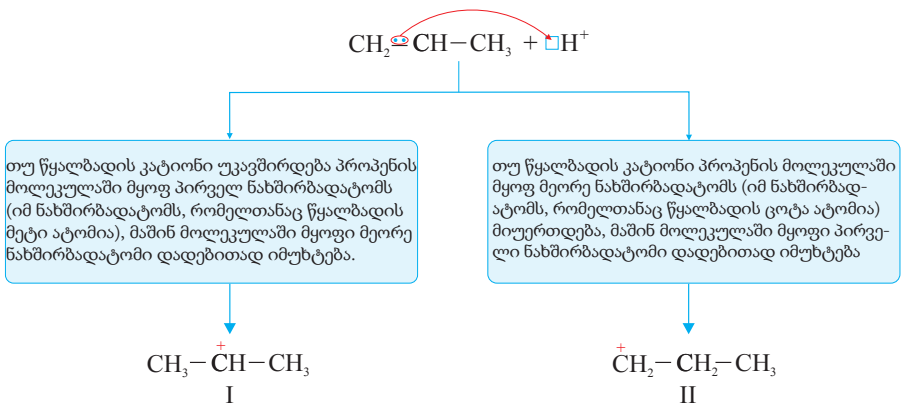
XH ტიპის მოლეკულების ასიმეტრიულ ალკენებთან მიერთება მიმდინარეობს მარ-კოვნიკოვის წესით. მარკოვნიკოვის წესის კლასიკური განმარტება ასეთია: *ჰალოგენწყალბადების (ან წყლის) ალკენებთან მიერთებისას წყალბადი უერთდება უფრო მეტად ჰიდრირებულ ორმაგბმის ნახშირბადატომს, ანუ იმ ნახშირბადატომს, რომელთანაც წყალბადის მეტი ატომია, ჰალოგენის ატომი (ან OH ჯგუფი) კი უერთდება ნაკლებად ჰიდრირებულს.* მაგალითად,



ალკენების მოლეკულაში C=C ბმის მიმართ თუ ორივე ნაწილი იქნება ერთნაირი, ასეთ ალკენებს სიმეტრიული, წინააღმდეგ შემთხვევაში კი არასიმეტრიული ალკენები ეწოდება. მაგალითად:



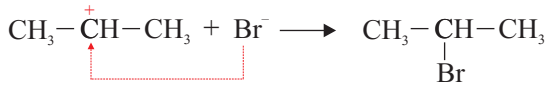
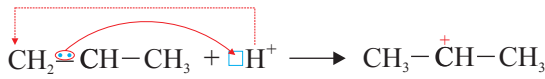
არასიმეტრიულ ალკენებში მარკოვნიკოვის წესით შეერთების მიზეზი განვმარტოთ პროპილენტან HBr-ის მიერთების მაგალითზე. პროპილენის მოლეკულაზე წყალბადის კატიონის ზემოქმედებით შეიძლება ორი სხვადასხვა კარბოკატიონის მიღება.



მიღებული კარბოკატიონებიდან რომელიც უფრო სტაბილურია, უფრო დიდხანს რჩება რეაქციის გარემოში და ნუკლეოფილური ნაწილაკიც (ამ შემთხვევაში Br<sup>-</sup>) ამ კარბოკატიონს უკავშირდება. I კარბოკატიონში დადებითი მუხტი ორი მეთილის ჯგუფის მხრიდან, II კარბოკატიონში კი ერთი ეთილის ჯგუფის მხრიდან სტაბილურდება. თუ იქნება სტაბილური დადებითი მუხტი, მაშინ ამ დროს ორი მეთილის ჯგუფის მიერ შექმნილი ეფექტი ერთი ეთილის ჯგუფის მიერ შექმნილ ეფექტზე უფრო მეტია. ამიტომაც I კარბოკატიონი უფრო სტაბილურია.



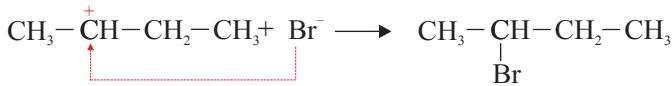
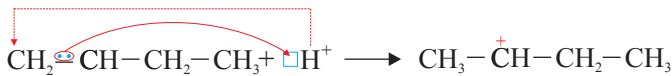
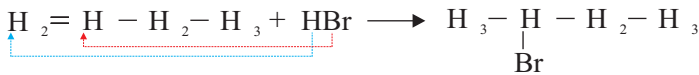
ანუ რეაქცია მიმდინარეობს I კარბოკატიონის მიღების მიმართულებით.



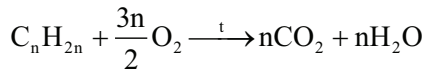
ცდების საშუალებითაც დამტკიცებულია, რომ რეაქციის საფუძველზე მიიღება 2-ბრომპროპანი.

მარკოვნიკოვის წესის თანამედროვე განმარტება ასე გამოითქმის: *ალკენების HX ტიპის მოლეკულების მიერთების რეაქციები მიმდინარეობს უფრო სტაბილური კარბოკატიონის მიღების მიმართულებით.*

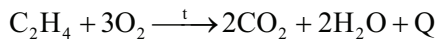
რადგანაც ბუტენ-1 არასიმეტრიული ალკენია, ამიტომაც როგორც HBr-თან, ისე წყალთან მარკოვნიკოვის წესის შესაბამისად შედის მიერთების რეაქციაში.



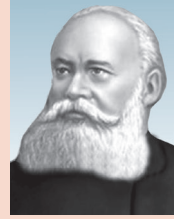
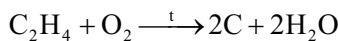
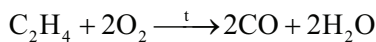
**წვისა და ჟანგის რეაქციები.** ალკენები ჟანგბადის მონაწილეობით, სრული დაწვით CO<sub>2</sub>-ს და H<sub>2</sub>O-ს წარმოქმნის. ამ რეაქციების ზოგადი ტოლობები შეიძლება გამოვსახოთ ქვემოთ მოცემული სახით:



ეთანისაგან განსხვავებით ეთილენი იწვის კაშკაშა ალით. ამის მიზეზი ეთილენის მოლეკულაში ნახშირბადის მეტი მასიური წილია. წვის დროს წარმოიქმნება მაღალი ტემპერატურა. ამ ტემპერატურაზე ეთილენის დაშლით მიღებული ნახშირბადი უცებ არ იწვის. თავდაპირველად მისი ნაწილაკები ჩანახშირებით ანათებენ ე.ი. მას აძლევენ სიკაშკაშეს. შემდეგ კი გარე ნაწილიც სრულად იწვის.



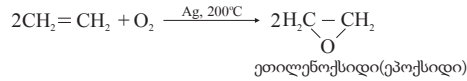
ჟანგბადის უკმარისობისას ეთილენი არასრულად იწვის და ამ დროს ძალიან მომწამლავი მხუთავი აირი და ნახშირბადი (ჰვარტლი) წარმოიქმნება.



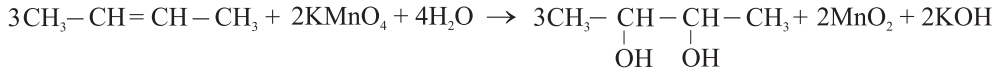
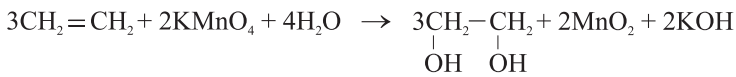
**ვლადიმერ ვასილის ძე პარკოვნიკოვი (1837 - 1904)**

რუსი ქიმიკოსი. ქიმიურ აღნაგობაზე დამოკიდებულებით იზომერია, ჩანაცვლება, დაშლა და ორმაგ ბმასთან შეერთების რეაქციების მიმდინარეობის მიმართულების შესახებ კანონზომიერება დაადგინა.

ალკენების ჟანგბადთან ურთიერთქმედების დროს ვერცხლის კატალიზატორის თანაობისას წარმოიქმნება ეპოქსიდები. მაგალითად,



ალკანებისაგან განსხვავებით ალკენები მჟანგავი ნივთიერებების (KMnO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) პროდუქტებით ადვილად იჟანგებიან. მაგალითად, თუ ეთილენს გავატარებთ KMnO<sub>4</sub> წყალხსნარში, შევამჩნევთ, რომ ხსნარის იისფერი შეფერილობა სწრაფად ქრება და ყავისფერი KMnO<sub>2</sub>-ის ნალექი წარმოიქმნება. ეს რეაქცია ალკენების (ასევე სხვა უჯერი ნახშირწყალბადების) აღმომჩენი რეაქციაა. ნეიტრალურ ან სუსტ ტუტე გარემოში ალკენებზე განზავებული KMnO<sub>4</sub> ხსნარით ზემოქმედების შედეგად ჩვეულებრივ პირობებში რეაქცია არ მიდის. ამ დროს ალკენი გარდაიქმნება ორატომიან სპირტად. როგორც იყო მიერთების რეაქციაში, ამ შემთხვევაშიც რეაქციის ცენტრი არის π ბმა. დაჟანგვის დროს ალკენის მოლეკულაში მყოფი π-ბმა წყდება და ორმაგბმიანი ნახშირბადატომებიდან თითოეულს უკავშირდება თითო OH ჯგუფი. ეთილენისა და ბუტენ-2-ის განზავებულ KMnO<sub>4</sub> ხსნართან დაჟანგვის რეაქციის ტოლობა ქვემოთ არის მოცემული.



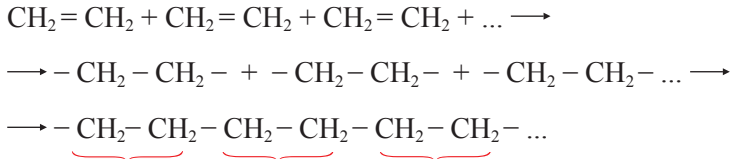
ამ პროცესის მარტივად გამოსახვისათვის მჟანგავი ნივთიერება უნდა ავლნიშნოთ [O]-თი



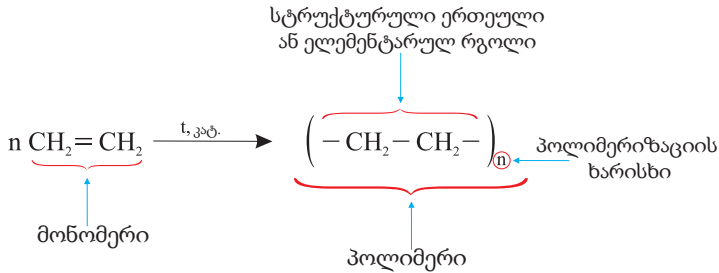
**პოლიმერიზაციის რეაქცია.** ალკენების მოლეკულებს შეუძლიათ ერთმანეთს შეუერთდნენ და წარმოქმნან გრძელი ჯაჭვები. ამის მიზეზი მოლეკულაში π-ბმის არსებობაა. პოლიმერიზაციის დროს ათასობით ალკენის მოლეკულები π-ბმების გაწყვეტის ხარჯზე უერთდებიან ერთმანეთს და მაკრო-მოლეკულებს (პოლიმერს) წარმოქმნიან. გადავხედოთ ეთილენის პოლიმერიზაციის რეაქციას.

**გავხსენით**

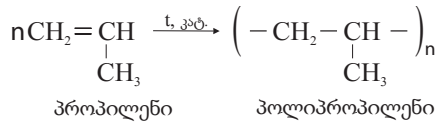
პოლიმერიზაცია - მრავალი მცირე მოლეკულური მასის მოლეკულების ერთმანეთთან შეერთებით უფრო დიდი მოლეკულური ნაერთის წარმოქმნის რეაქციაა. წარმოქმნილი დიდ მოლეკულურ ნაერთს (მაკრომოლეკულა) პოლიმერი, მის წარმოქმნელ მცირე მოლეკულურ ნაერთს კი მონომერი ეწოდება. პოლიმერის მოლეკულაში მრავალჯერ განმეორებულ მონომერს კი აგებულებას ერთეული ან ელემენტარული რგოლი ეწოდება.



ეთილენის პოლიმერიზაციის პროდუქტს *პოლიეთილენი* ეწოდება. ეთილენის პოლიმერიზაცია მარტივად შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით..

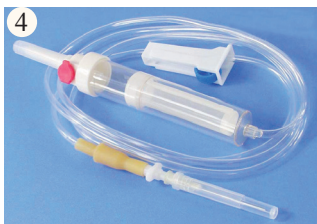


სხვა ალკენებშიც ანალოგიური წესით ხდება პოლიმერიზაცია. მაგალითად, პროპილენის პოლიმერიზაციით *პოლიპროპილენი* მიიღება და ამ რეაქციის ტოლობა ქვემოთ მოცემული სახისაა:



**ქიმიის როლი**

ეთილენი და პროპილენი ორგანული ნაერთების სინთეზისათვის ძვირფასი ნედლეულია. ამ მიზეზით შეიძლება ითქვას, რომ ისინი გამოიყენებიან, როგორც საწვავი. წარმოებული ეთილენისა და პროპილენის ძირითადი ნაწილი იხარჯება პოლიმერების მიღებაზე. მათგან მზადდება ყოფაცხოვრებაში გამოყენებული ჭურჭელი (1), პოლიეთილენის პარკები (2), მილები და შლანგები (3), სამედიცინო ხელსაწყოები (4), წებოვანი ლენტები, სხვადასხვაგვარი დეტალები (5) და სხვ.





პოლიმერებისა და პოლიმერიზაციის რეაქციების კანონზომიერების შესახებ უფრო ვრცლად ინფორმაციას მე-11 კლასში გაცნობით.

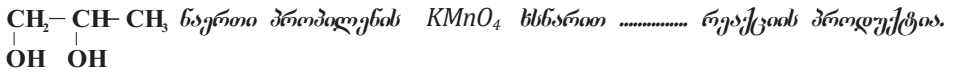


**რა ისწავლეთ?**

$C_5H_{10}$ -შედგენილობის ალკენები ჩვეულებრივ პირობებში ..... , პოპოლოგიური რიგის პირველი სამი წარმომადგენელი კი..... მდგომარეობაშია. პენტენ-1-ის  $HBr$ -თან რეაქცია .....ით მიმდინარეობს და შედეგად 2-ბრომპენტანი მიიღება.



ალკენები ..... რეაქციაში შესვლით სამრეწველო მნიშვნელობის მადიამოლეკულურ ნაერთებს წარმოქმნიან.



ელექტროფილური მიერთების რეაქცია უფრო სტაბილური ..... მიღების მიმართულებით მიმდინარეობს.

კარბოკატიონი; სითხე; აირი; ჟანგვა; ჰიდრირება; მარკოვნიკოვის წესი; პოლიმერიზაცია



**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

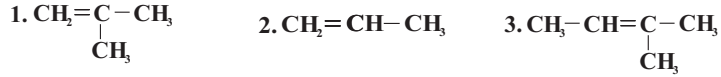
- რომელი ხსნარის გამოყენებით ეთანისა და ეთილენის ნარევისაგან ეთანის გამოყოფა შეიძლება?  
 1. ბრომიანი წყალი  
 2. კალიუმის ჰიდროქსიდის სპირტხსნარი  
 3. კალიუმპერმანგანატის წყალხსნარი  
 ა) მხოლოდ 1    ბ) მხოლოდ 2    გ) მხოლოდ 3    დ) 1, 2    ე) 1, 3

- როგორ იცვლება ნახშირბადატომების ჰიბრიდული მდგომარეობა და მოლეკულაში მყოფი ბმების საერთო ჯამი ეთილენის ეთანთან ჰიბრიდიზაციის დროს?



რატმარის, რომ II მდგომარეობაში I მდგომარეობასთან შედარებით ცეცხლის სიკვამპეკლებულობს?

- ერთნაირი მასით აღებული რომელი ნაერთი უფრო მეტი რაოდენობის ბრომს მიიერთებს? მიზეზი განმარტეთ.



- ეთანისა და ეთილენისაგან შემდგარი 89,6 ლ (ნ.პ.) აირის ნარევის ზედმეტი რაოდენობის განზავებულ  $KMnO_4$  ხსნარში გატარებისას 62 გრ. ეთილენგლიკოლი მიიღება. პირველად ნარევი გამოიანგარიშეთ ეთანის მოცულობითი წილი (%).

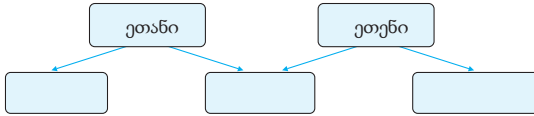
- ა) 50    ბ) 75    გ) 85    დ) 25    ე) 40

- თუ ეთილენი სათბურებში გამოყენებული იქნა, როგორც ხილის დამწიფების დამაჩქარებელი, მაშინ საკმარისია ჰაერის მოცულობაში მისი წილი იყოს 1%. რამდენი გრამი ეთილენია საჭირო 448 მ<sup>3</sup> მოცულობის სათბურში ამ ნორმის დასადგენად?



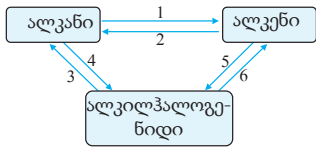
დაყავით სქემა რეაქციებად, შეადგინეთ რეაქციის განტოლებები და განსაზღვრეთ X, Y და Z ნივთიერებები.

8 მოცემული განმარტებები განსახვავით სქემის მიხედვით.



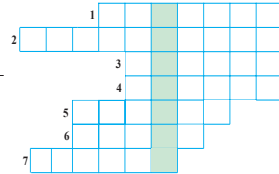
1. შედის მიერთების რეაქციაში
2. ჩვეულებრივ პირობებში აირად მდგომარეობაშია.
3. მიიღება ბუტანის კრეკინგით.
4. შედის ქლორთან ჩანაცვლების რეაქციაში.
5. შედის რეაქციაში წყალბადთან.

9 სქემის ყოველი ეტაპისათვის შეადგინეთ შესაბამისი ერთი რეაქციის განტოლება.



10 კროსვორდის შევსებით განსაზღვრეთ ალკენი.

1.  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  აღნაგობის მქონე განუტოტეელი ალკანი
2. ელემენტი, რომელიც შედის ყველა ორგანული ნაერთის შედგენილობაში.
3.  $\text{C}_9\text{H}_{20}$  შედგენილობის ალკანი
4. სადეზინფექციო საშუალება.
5.  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  ფორმულის შესაბამისი უჯერი ნახშირწყალბადი.
6. ალკენი, რომელსაც არა აქვს კლასებს შორის იზომერია.
7. ჭაობის აირი



11 შემოგვთავაზეთ ხერხი 3-მეთილპენტენ-1-დან 3-მეთილპენტენ-2-ის მიღებისათვის.

12 ტრიფტორპროპენზე ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CF}_3$ ) ბრომწყალბადის მიერთება მარკოვნიკოვის წესის (კლასიკური) საპირისპიროდ მიმდინარეობს. დაწერეთ რეაქციის განტოლება და ახსენით ამის მიზეზი.



საშინაო დაჯავლება

1. პლასტილინისა და ასანთის ღერების გამოყენებით ეთილენის ბრომწყალბადთან რეაქციის მოდელი შექმენით და აჩვენეთ მოლეკულის სივრცითი აღნაგობის ცვლილება.
2. მოამზადეთ პრეზენტაცია პოლიეთილენისა და პოლიპროპილენის გამოყენების შესახებ.

### თემა 3.7. ალკადიენების ჰომოლოგიური რიგი, სტრუქტურული ფორმულები და მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა



ალკანი → ალკენი

ალკანი → ალკადიენი

რას ასახავს ალკანებში მყოფი "ან" დაბოლოების "ენ" -ით შეცვლა?

რას ასახავს ალკადიენებში მყოფი "დიენ" დაბოლოება. როგორი განსაზღვრება შეიძლება ჰქონდეს ალკადიენების ალკანისა და ალკენის განსაზღვრების საფუძველზე?

საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე, მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ორი ორმაგი ბმის მქონე ღია ჯაჭვიან ნახშირწყალბადებს ალკადიენები (ან დიენური ნახშირწყალბადები) ეწოდება. მოლეკულაში  $n$  რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკადიენის შედგენილობა გამოისახება  $C_nH_{2n-2}$  ზოგადი ფორმულით. მაგალითად მოლეკულაში ოთხი ნახშირბადატომის მქონე ალკადიენის ფორმულაა  $C_4H_6$ , ე.ი.  $C_4H_6$ . ნახშირბადატომებს შორის, რომ იყოს ორი ორმაგი ბმა, ალკადიენის მოლეკულაში უნდა იყოს მინიმუმ სამი ნახშირბადატომი. ამ მიზეზით ალკადიენების ჰომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენელი პროპადიენია ( $C_3H_4$ ). დანარჩენი ალკადიენები პროპადიენისაგან ერთი ან რამდენიმე  $-CH_2-$  ჯგუფით განსხვავდებიან და წარმოიქმნება ქვემოთ მოცემული ჰომოლოგიური რიგი.

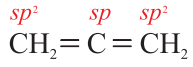
ალკადიენის ფორმულა,	ალკადიენის სახელწოდება
$C_3H_4$	პროპადიენი
$C_4H_6$	ბუტადიენი
$C_5H_8$	პენტადიენი და სხვ.

პროპადიენისა და ბუტადიენ-1,3 ნივთიერებების სტრუქტურული ფორმულა ქვემოთ მოცემული სახისაა:

ალკადიენი			
სახელწოდება	მოლეკულური ფორმულა	სტრუქტურული ფორმულა	
პროპადიენი	$C_3H_4$	$\begin{array}{c} H \backslash \quad \quad / H \\ \quad = \quad = \\ H / \quad \quad \backslash H \end{array}$	$CH_2 = C = CH_2$
ბუტადიენ-1,3	$C_4H_6$	$\begin{array}{c} & H & & H \\ &   & &   \\ H & - C & = & C - H \\ &   & &   \\ & H & & H \end{array}$	$H_2 = H - H = H_2$

მოლეკულაში ორმაგი ბმის მდგომარეობაზე დამოკიდებულებით ალკადიენები სამ ჯგუფად იყოფა.

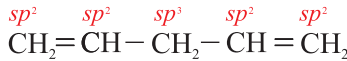
**კუმულირებული ალკადიენის მოლეკულაში** ორმაგი ბმები უკავშირდება ერთ ნახშირბადატომს. ორმაგ ბმიანი ნახშირბადატომებიდან ერთი  $sp$ , ორი კი  $sp^2$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაში იმყოფება.  $sp$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაში მყოფი ნახშირბადატომის ჰიბრიდიზაციაში არ მონაწილე  $p$ -ორბიტალები მეზობელ  $sp^2$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაში მყოფ ნახშირწყალბადატომების  $p$ -ორბიტალებთან ერთმანეთის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში გვერდითი გადაფარვით ორ  $\pi$ -ბმას წარმოქმნიან. კუმულირებული ალკადიენების პირველი წარმომადგენელი პროპადიენია.



კონიუგირებული ან შეუღლებული ალკადიენების მოლეკულაში ორმაგბმის ნახშირბადატომებს შორის არის ერთი C – C σ ბმა. მათ მოლეკულაში ოთხი ნახშირბადატომი  $sp^2$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია. შეუღლებული ალკადიენების პირველი წარმომადგენელი ბუტადიენ-1,3-ია.



პოლიმერული ალკადიენების მოლეკულაში შეუღლებულ ალკადიენებისაგან განსხვავებით ორმაგბმიანი ნახშირწყალბადატომები ერთზე მეტი C – C σ ბმით არიან გამოყოფილი. მათ მოლეკულაში ოთხი ნახშირბადატომი  $sp^2$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია. იზოლირებული ალკადიენების პირველი წარმომადგენლის მოლეკულაში არის ხუთი ნახშირბადატომი.



**საქმიანობა**

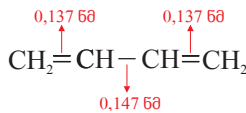
ბუტადიენ -1,3 მოლეკულაში ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ) C = C ბმის სიგრძე ალკენების მოლეკულაში მყოფ C = C სიგრძეზე მეტია, C - C ბმის სიგრძე კი ალკანების მოლეკულაში მყოფ C - C ბმის სიგრძეზე ნაკლებია.



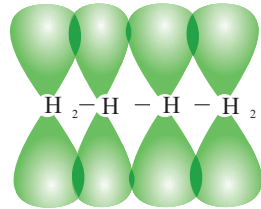
*როგორ შეიძლება ახსნას ამის მიზეზი?*

*რომელი მსგავსი და განმასხვავებელი თვისებები ახასიათებს ორი ორმაგი ბმის მქონე ალიფატურ ნახშირწყალბადებს ალკენებთან?*

შეუღლებული ალკადიენები აგებულების მიხედვით რაც განსხვავებულ თვისებებს ავლენენ და აქვთ დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა. განვიხილოთ ბუტადიენ-1,3-ის მოლეკულური აგებულება. კვლევის ფიზიკური მეთოდებით დადგენილია, რომ ბუტადიენ-1,3-ის მოლეკულაში ყველა ნახშირბადატომი ერთ სიბრტყეში მდებარეობს. მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის მანძილი (ქიმიური ბმების სიგრძე) ქვემოთ მოცემული სახისაა.



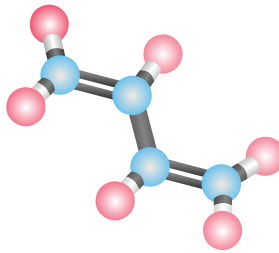
როგორც ხედავთ ბუტადიენ-1,3-ის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ორმაგი ბმის სიგრძე ალკენების მოლეკულაში მყოფი ორმაგი ბმის სიგრძეზე მეტია, ნახშირბადატომებს შორის ერთმაგი ბმის სიგრძე კი ალკანების მოლეკულაში მყოფ შესაბამისი ერთმაგი ბმის სიგრძეზე ნაკლებია. ბუტადიენ-1,3-ის მოლეკულაში ნახშირბადატომების ოთხივე  $sp^2$ -ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია. თითოეულ ნახშირბადატომის გარე ენერგეტიკულ დონეზე არის ჰიბრიდიზაციის გარეშე დარჩენილი ერთი  $p$  ორბიტალი. ნახშირბადატომებს შორის σ-ბმა  $sp^2$  ჰიბრიდული ორბიტალების ერთმანეთის გადაფარვის შედეგად წარმოიქმნება. ჰიბრიდიზაციის გარეშე დარჩენილი  $p$  ორბიტალები კი ორმხრივი გადაფარვით შეუღლებულ π-სისტემას (დელოკალიზებული ბმა) წარმოქმნის.



შეუღლებული  $\pi$ -სისტემის წარმოქმნის დროს  $p$ -ორბიტალების გადაფარვა განზე მყოფ ნახშირბადატომებს შორის ბევრჯერ, შუაში მყოფ ნახშირბადატომებში კი ნაკლებად ხდება. შედეგად ნახშირბადატომებს შორის ორმაგი ბმის სიგრძე ალკენების მოლეკულაში მყოფი ორმაგი ბმის სიგრძეზე მეტია, ნახშირბადატომებს შორის არსებული ერთმაგი ბმის სიგრძე კი ალკანების მოლეკულაში მყოფი შესაბამისი ერთმაგი ბმის სიგრძეზე ნაკლებია. ბუტადიენ-1,3- მოლეკულაში შეუღლებული  $\pi$  სისტემის არსებობის გამოსახვისათვის ზოგიერთ შემთხვევაში მისი სტრუქტურის ჩვენება შეიძლება ქვემოთ მოცემული სახით.



ქვემოთ მოცემულია ბუტადიენ-1,3 მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდელი



**რა ისწავლით?**

მოლეკულაში  $n$  რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკადიენების ზოგადი ფორმულა ..... შევსება.  
 მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ორი ..... მქონე ალიფატურ ნახშირწყალბადებს ..... ეწოდება.  
 ..... ალკადიენების მოლეკულაში ნახშირბადატომებიდან ერთი  $sp$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია.  
 ..... ალკადიენების პირველი წარმომადგენლის მოლეკულაში არის 5 ნახშირბადატომი.  
 ბუტადიენ-1,3 ..... ალკადიენია და მის მოლეკულაში ქიმიური ბმის დელოკალიზაციის შედეგად წარმოქმნილია ..... არის.

კუმულირებული; იზოლირებული; კონიუგირებული; ალკადიენი;  $C_nH_{2n-2}$  ;  
 შეუღლებული  $\pi$  სისტემა; ორმაგი ბმა;

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

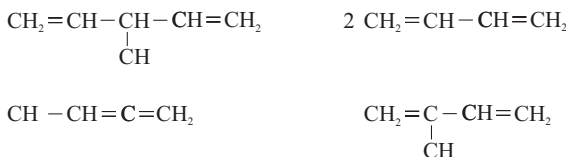
- 1 დაადგინეთ მოლეკულაში  $n$  რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკადიენის წყალბადატომების რაოდენობა.  
 ა)  $n + 2$       ბ)  $n - 2$       გ)  $2n$       დ)  $2n + 2$       ე)  $2n - 2$
- 2 დაადგინეთ ალკადიენები.  
 1.  $CH_3-CH=C=CH_2$     2.  $CH_2=CH-CH_2-CH_3$     3.  $CH_3-CH=CH-CH_3$     4.  $CH_2=CH-CH=CH_2$   
 ა) 1, 2      ბ) 3, 4      გ) 1, 3      დ) 2, 4      ე) 1, 4
- 3 რატომ არის, რომ ალკადიენების პირველი წარმომადგენლის მოლეკულაში 3 ნახშირბადატომია?

- 4 ბუტენ-1 და ბუტადიენ-1,3 მოლეკულებისათვის განსხვავებულია:
1. ნახშირბადატომების რაოდენობა
  2. წყალბადატომების რაოდენობა
  3. π-ბმების რაოდენობა
- ა) მხოლოდ 1    ბ) მხოლოდ 2    გ) მხოლოდ 3    დ) 1, 3    ე) 2, 3

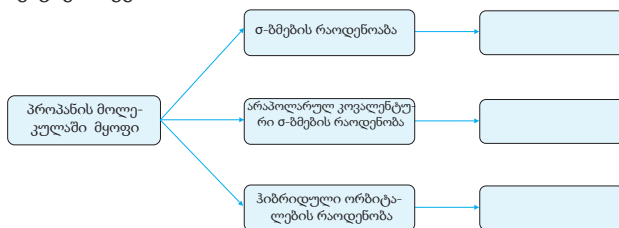
5 დაადგინეთ 0,5 მოლში 4 გრ. წყალბადის მქონე ალკადიენის ფორმულა.

6 ალკადიენების რომელ ტიპს მიეკუთვნება მიღებული ნაერთი, თუ პროპენის მოლეკულაში მყოფი მეთილის ჯგუფის ერთ წყალბადატომს ჩავანაცვლებთ ვინილის რადიკალით?

7 შეადგინეთ კლასიფიკაციის სქემა ალკადიენების ორმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით და ქვემოთ მოცემული ალკადიენები განასხვავეთ ამ სქემის მიხედვით.



8 შეავსეთ სქემა



9 ორბიტალების რომელი გადაფარვებით წარმოქმნილი ბმები არსებობს  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{C} = \text{CH}_2$  მოლეკულაში?

1.  $sp^2 - sp^3$
2.  $sp^2 - s$
3.  $sp^2 - sp^2$
4.  $sp - sp$
5.  $sp^2 - sp$
6.  $sp - s$
7.  $sp^3 - sp^3$
8.  $sp^3 - s$

10 შეადგინეთ ბუტადიენ-1,3 მოლეკულის ელექტრონული ფორმულა. რამდენი ელექტრონი მონაწილეობს ამ მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ბმების წარმოსაქმნელად?

11 ბუტენ-1 და ბუტადიენ-1,3 მოლეკულებში შეადარეთ ნახშირბადატომებს შორის არსებული ბმების სიგრძეები და ახსენით განსხვავების მიზეზი.



12

ალკადიენი	პირველი წარმომადგენლის მოლეკულაში მყოფი ნახშირბადატომების რაოდენობა.
კუმულირებული	3
კონიუგირებული	4
იზოლირებული	5

კუმულირებული, კონიუგირებული და იზოლირებული ალკადიენების პირველი წარმომადგენლის მოლეკულაში მყოფი ნახშირბადატომების რაოდენობა სხვადასხვანაირია. ახსენით მიზეზი.

### თემა 3.8. ალკადიენების დასახელება და იზომერია



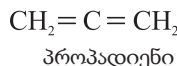
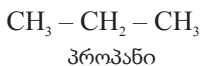
როგორ შეადგენდით დივინილის სახელობის ნივთიერების სტრუქტურულ ფორმულას?

თქვენი აზრით, ეს სახელწოდება ნივთიერებას რომელი ნომენკლატურის საფუძველზე დაერქვა?

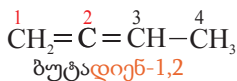
ალკენების საერთაშორისო ნომენკლატურის შეთავაზების გათვალისწინებით, კიდევ როგორ შეიძლება ამ ნივთიერებების დასახელება?

#### დასახელება

საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე განუტოტველი ჩონჩხის ალკადიენების დასახელებისათვის შესაბამისი ალკანის სახელწოდების დაბოლოების “ენ” შეიცვლება “დიენ“-ით.

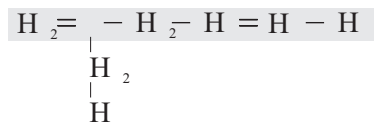
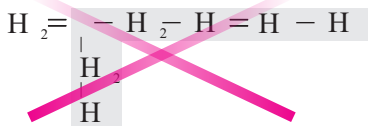


თუ ძირითად ჯაჭვში სამზე მეტი ნახშირბადატომია, მაშინ ნახშირბადის ჯაჭვის დანომვრა იწყება იმ ბოლოდან, საიდანაც ახლოა ორმაგი ბმა. ალკადიენების სახელწოდების ბოლოს ხდება ორივე ბმის ადგილმდებარეობის (ორმაგი ბმის ადგილი) ციფრების ჩვენება. მაგალითად,



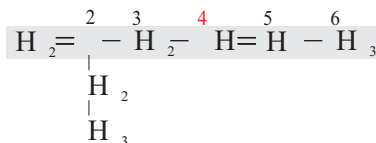
განტოტველი აღნაგობის ალკადიენების საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით დასახელებისათვის საჭიროა ქვემოთ მოცემული წესების გათვალისწინება.

1. შეირჩევა ორმაგბმიანი ნახშირბადატომების შემცველი ყველაზე გრძელი ნახშირბადის ჯაჭვი (ძირითადი ჯაჭვი).



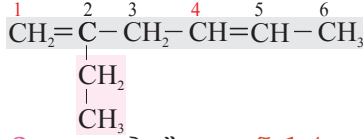
მეორე შემთხვევაში სწორედია შერჩეული ძირითადი ჯაჭვი. ვინაიდან პირველ შემთხვევისაგან განსხვავებით მეორე შემთხვევაში ორმაგბმიანი ნახშირბადატომებიდან ოთხივე ძირითად ჯაჭვშია.

2. დანომვრა ხდება იმ ბოლოდან, საიდანაც უფრო ახლოა ორმაგი ბმა.



3. ალკადიენების დასახელებისას ციფრებით მიუთითებენ ძირითად ჯაჭვში ატომებთან დაკავშირებული რადიკალების მდებარეობას (მიერთებული ნახშირბადატომის ნომერი), რადენობას (დი-, ტრი-, ტეტრა- და სხვა) და მარტივიდან რთულის მიმართულებით იკითხება სახელი. შემდეგ კი, ასახელებენ ძირითად ჯაჭვს, მხოლოდ შესაბამისი ალკანის სახელწოდების დაბოლოება “ენ” შეიცვლება “დიენ“-ით და მიუთითებენ იმ ნახშირბადატომის ნომერს, რომლიდანაც იწყება ორმაგი ბმა.





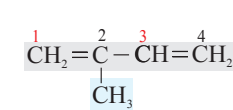
2-ეთილჰექსადიენ-1,4

თუ ორმაგი ბმა ძირითადი ჯაჭვის ბოლოებიდან თანაბარ მანძილზეა, მაშინ დანომვრა ხდება ალკანების დასახელებისას შესწავლილი წესების საფუძველზე.

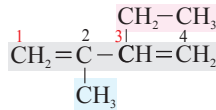
დანომვრა იწყება იმ ბოლოდან, საიდანაც ახლოა რადიკალი.

დანომვრა იწყება იმ ბოლოდან, საიდანაც ახლოა მარტივი აღნაგობის რადიკალი.

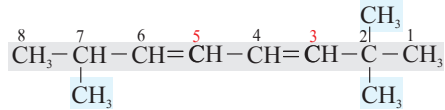
დანომვრა იწყება იმ ბოლოდან, საიდანაც მეტია ვანტოტეა.



2-მეთილბუტადიენ-1



2-მეთილ-3-ეთილბუტადიენ-1,3



2,2,7-ტრიმეთილოქტადიენ-3,5

ალკადიენების და მათი ზოგიერთი წარმოებულების სახელწოდებები უფრო ფართოდ გამოიყენება.

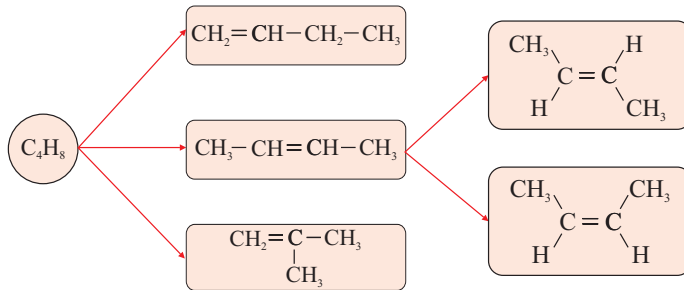
ნაერთის ფორმულა	საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე სახელწოდება.	ისტორიული სახელწოდება
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$	ბუტადიენ-1,3	დივინილი
$\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}}{\text{C}} - \text{CH} = \text{CH}_2$	2-მეთილბუტადიენ-1,3	იზოპრენი
$\text{CH}_2 = \underset{\text{Cl}}{\text{C}} - \text{CH} = \text{CH}_2$	2-ქლორბუტადიენ-1,3	ქლოროპრენი

იზომერია

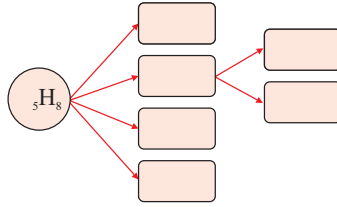


საქმიანობა

მოცემულია  $\text{C}_4\text{H}_8$  ფორმულის ალკადიენების ამსახველი სქემა.



$\text{C}_5\text{H}_8$  ფორმულის ალკადიენებისთვისაც შეადგინეთ ანალოგიური სქემა.



რატომ შეგადარეთ ალკადიენების იზომერია ალკენებს?  
 ალკადიენებისათვის რომელი იზომერიაა შესაძლებელი?

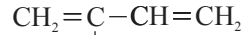
როგორც იყო ალკენებში, ასევე ალკადიენებშიც შესაძლებელია ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია, ორმაგი ზმის მდებარეობის მიხედვით სტრუქტურული იზომერია და კლასებს შორის იზომერია, აგრეთვე გეომეტრიული იზომერიაც.

**ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია.**

ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია იწყება მოლეკულაში ხუთი ნახშირბადატომის მქონე წარმომადგენლიდან (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>).



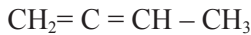
პენტადიენ-1,3



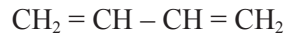
2-მეთილბუტადიენ-1,3

**ორმაგი ზმის მდებარეობის მიხედვით სტრუქტურული იზომერია**

ორმაგი ზმის მდებარეობის მიხედვით სტრუქტურული იზომერია იწყება მოლეკულაში ოთხი ნახშირბადატომის მქონე წარმომადგენლიდან (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>).



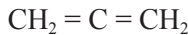
ბუტადიენ-1,2



ბუტადიენ-1,3

**კლასებს შორის იზომერია**

რადგანაც ალკადიენების და ალკინების ზოგადი ფორმულა ერთნაირია, მოლეკულაში ერთნაირი რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკადიენი და ალკინი ერთმანეთის კლასებს შორის იზომერებია. კლასებს შორის იზომერია იწყება ჰომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენლიდან- პროპადიენიდან.



პროპადიენი

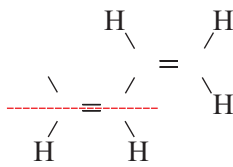


პროპინი

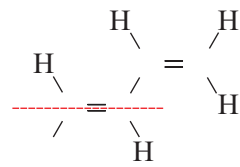
**გეომეტრიული (ცის-ტრანს) იზომერია**

გეომეტრიული იზომერია მხოლოდ კონიუგირებულ და იზოლირებულ ალკადიენებს ახასიათებს. კუმულირებულ ალკადიენებში არ არსებობს გეომეტრიული იზომერია.

როგორც ალკენებში, ალკადიენებშიც თუ ორმაგმიან ნახშირბადატომებში მყოფი ჩამნაცვლებლები განსხვავებულია, მაშინ მათი სივრცეში π-ზმის სიბრტყის მიმართ მდებარეობაზე დამოკიდებულებით წარმოიქმნება გეომეტრიული (ცის-ტრანს) იზომერია.



ცის-ფორმა

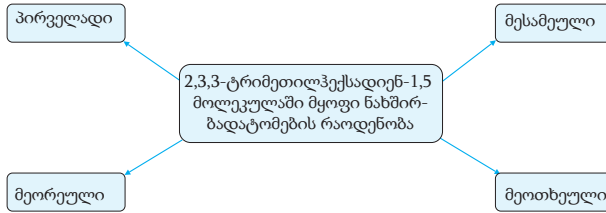


ტრანს-ფორმა



6 დაასახელეთ საერთაშორისო ნომენკლატურით 3-მეთილ-2-იზოპროპილპენტა-დიენ-1,4 მოლეკულაში მეორეულ ნახშირბადატომში არსებული წყალბადის ატომის მეთილის რადიკალით ჩანაცვლების შედეგად მიღებული ალკადიენი.

7 შეავსეთ სქემა.



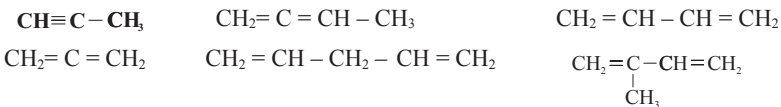
8 დაადგინეთ დივინილსა და იზოპრენისათვის სწორი (+) და მცდარი (-) განმარტებები.

	დივინილი	იზოპრენი
საერთაშორისო სახელწოდება 2-მეთილბუტადიენ-1,3-ია.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ორმაგი ბმის ადგილის მიხედვით აქვს მდებარეობის იზომერები.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით აქვს ჩონჩხის იზომერები.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
გეომეტრიული (ცის-ტრანს) იზომერები	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9 შეავსეთ ცხრილი.

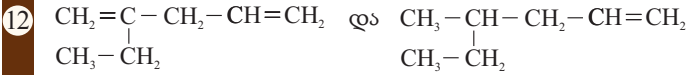
მოლეკულის სტრუქტურული ფორმულა	საერთაშორისო მეთოდით სახელწოდება	ისტორიული სახელწოდება
		იზოპრენი
$CH_2=CH-CH=CH_2$		
	2-ქლორბუტადიენ-1,3	

10 შეადგინეთ ალკადიენებში სტრუქტურული იზომერიის ამსახველი სქემა და ქვემოთ მოცემული ნივთიერებები მოათავსეთ ამ სქემაში.




11 ბუტადიენ-1,3, პენტადიენ-1,3 და პენტადიენ-1,4 მოლეკულების სტრუქტურები შეადარეთ და შეავსეთ ქვემოთ მოცემული ცხრილი.

ალკადიენი	გეომეტრიული (ცის-ტრანს) იზომერიის წარმოქმნის უნარი (+/-)	მიზეზი
ბუტადიენ-1,3		
პენტადიენ-1,3		
პენტადიენ-1,4		




დაასახელეთ ნივთიერებები. განმარტეთ მიზეზი, მიუხედავად მათი აგებულების მსგავსებისა, ძირითად ჯაჭვში მყოფი ნახშირბადატომების როლდენობა არის სხვადასხვა.

### თემა 3.9. ალკადიენების მიღება და ფიზიკური თვისებები

 თქვენ შეისწავლეთ ალკენების მიღების მეთოდები. ამ მეთოდებში ძირითადად შედის ალკანების დეჰიდრირების, სპირტების დეჰიდრატაციის, ალკანების მონო-ჰალოგენური წარმოებულების დეჰიდროჰალოგენირების რეაქციები.

*შეიძლება თუ არა ამ მეთოდებით ალკადიენების მიღება ალკენებისა და ალკადიენების მსგავსი თვისებების გათვალისწინებით?*

 **საქმიანობა**

$\begin{array}{c} \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH}_2 & \text{C} & \text{H}_2 \\ | & | & | & | & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \end{array} \xrightarrow{t} \boxed{\phantom{\text{CH}_2\text{CH}_2}} 2\text{H}_2$

$\begin{array}{c} \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH} & \text{C} & \text{H}_2 \\ | & | & | & | & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \end{array} + 2 \text{H} \xrightarrow{t} \boxed{\phantom{\text{CH}_2\text{CH}_2}} + 2 \text{H}_2$

*შესწავლით დაფუძნებით ალკენების მიღების მეთოდებით დაადგინეთ რომელი ნივთიერებები მიიღება მოცემული რეაქციებიდან.*

#### მიღება

ალკენების მსგავსად ალკადიენები მრეწველობასა და ლაბორატორიაში, ძირითადად, მიიღება ალკანების დეჰიდრირების, ალკანების ჰალოგენწარმოებულების დეჰიდროჰალოგენირების, სპირტების დეჰიდრატაციის რეაქციების საფუძველზე.

**მრეწველობაში** ალკადიენები მიიღება ქვემოთ მოცემული ხერხით.

1. **ნავთობპროდუქტების პიროლიზი.** ამ დროს ალკადიენები მიიღება, როგორც დამატებითი პროდუქტი.

2. **ლებედევის ხერხი.** 1932 წელს აკადემიკოსმა ს.ვ. ლებედევმა ეთილის სპირტის ორთქლის გაცხელებულ კატალიზატორზე გატარებით მიიღო ბუტადიენ-1,3. მიმდინარე რეაქციის ტოლობა ზოგადად შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით.

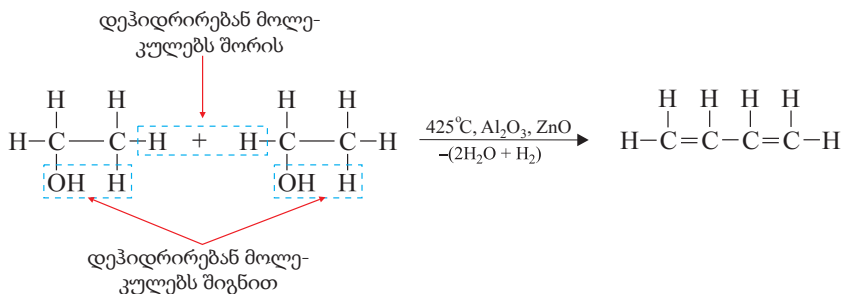


**სერგეი გახილის ძე ლებედევი**  
(1874-1934)

რუსი ქიმიკოსი. სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოები, ძირითადად, მიუძღვნა უჯერი ნახშირწყალბადების პოლიმერიზაციის, იზომერიზაციის და ჰიდრირების რეაქციებს. ნატრიუმის თანაობისას ბუტადიენ-1,3-ის პოლიმერიზაციით მიიღება სინთეზური კაუჩუკი.



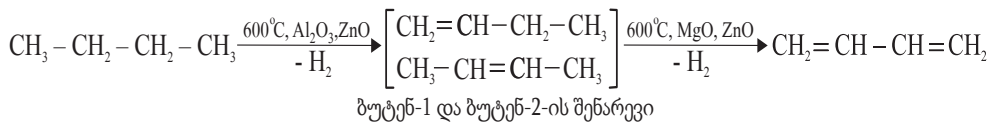
როგორც რეაქციის ტოლობიდან ჩანს, რეაქციიდან ბუტადიენ-1,3-ის გარდა მიიღება წყალი და წყალბადი. ე.ი. რეაქციის დროს ერთდროულად მიმდინარეობს დეჰიდრირება და დეჰიდრატაცია.



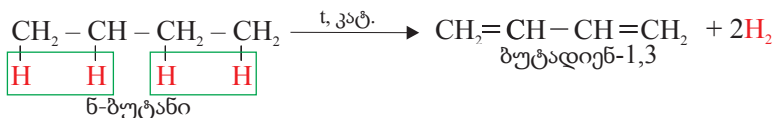
3. **ალკანების დეჰიდრირება.** მაღალ ტემპურაზე კატალიზატორის თანაობისას ალკანის მოლეკულიდან გამოიყოფა ორი წყალბადის მოლეკულა და მიიღება ალკენი.



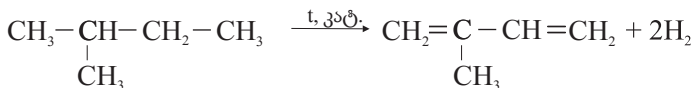
მაგალითად, ბუტადიენ-1,3-ის მიღების ყველაზე გავრცელებული ხერხებიდან ერთ-ერთი ნ-ბუტანის ორ ეტაპად მიმდინარე კატალიზური დეჰიდრირებაა. ამ დროს თავდაპირველად მიიღება ალკენების ნარევი (ბუტენ-1 და ბუტენ-2-ის ნარევი), შემდეგ კი ალკენების შემდგომი დეჰიდრირებით მიიღება ბუტადიენ-1,3.



საბოლოო სახით ამ რეაქციის განტოლება შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით:



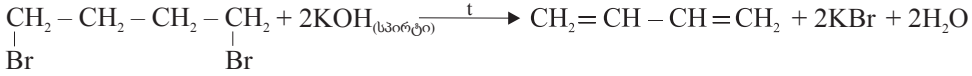
ალკადიენების ჰომოლოგიური რიგის სხვა მნიშვნელოვანი წარმომადგენელი იზოპრენი (2-მეთილბუტადიენ-1,3) კი მიიღება ანალოგიური წესით 2-მეთილბუტანის დეჰიდრირებით.



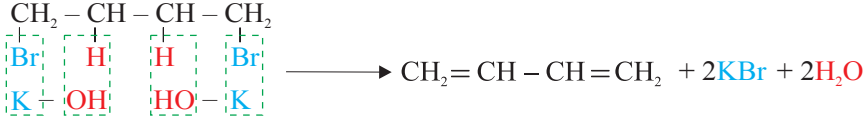
**ლაბორატორიაში** ალკადიენები, როგორც ალკენების შემთხვევაში, ძირითადად, მიიღება ელიმინირების რეაქციებით.

1. **ალკანების დიჰალოგენ წარმოებულების ტუტე სპირტსნართან გაცხელებით (დიჰიდროჰალოგენირება).** ამ დროს საჭიროა ავილოთ ისეთი ჰალოგენ ნაერთი, რომ მოლეკულაში ჰალოგენის ატომი არ იყოს ერთსა და იმავე და მეზობელ ნახშირბადატომთან. მაგალითად, 1,4-დიბრომბუტანის KOH-ის სპირტსნართან გაცხელებით მიიღება დივინილი. ალკენების მიღებისაგან განსხვავებით, ამ რეაქციაში ერთ მოლ დიჰალოგენალკანზე 2 მოლი ტუტით ხდება ზემოქმედება.

ამ დროს ალკანების დიჰალოგენ წარმოებულების მოლეკულიდან გამოიყოფა ორი წყალბადისა და ორი ჰალოგენის ატომი და მოლეკულაში წარმოიქმნება ორი π-ბმა.



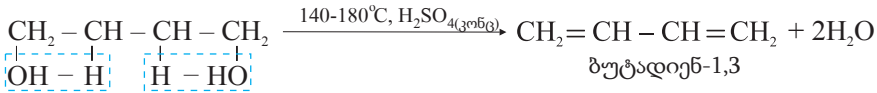
რეაქცია სქემატურად შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით:



2. **ნაჯერი ორატომიანი სპირტების დეჰიდრატაციით.** ამ დროს ისეთი ორატომიანი სპირტი უნდა ავიღოთ, რომ მოლეკულაში ჰიდროქსილის (OH) ჯგუფები არ იყოს ერთსა და იმავე და მეზობელ ნახშირბადატომთან. სპირტების 140-180°C-მდე გაცხელებით კონცენტრირებულ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ის თანაობისას, მათი მოლეკულიდან გამოიყოფა წყლის მოლეკულა (მოლეკულათშორის დეჰიდრატაცია). ამ დროს მოლეკულიდან რამდენი წყლის მოლეკულაც გამოიყოფა, იმდენი π-ბმა წარმოიქმნება. ორატომიანი სპირტების მოლეკულათშორის დეჰიდრატაციის დროს, რადგან მათი მოლეკულიდან გამოიყოფა ორი წყლის მოლეკულა, ამიტომაც წარმოიქმნება ორი π-ბმა და შედეგად მიიღება ალკადიენები.

**გაგისხნით**

*შედეგნილობაში ორი ჰიდროქსიდის ჯგუფის მქონე სპირტებს ორატომიანი სპირტები ეწოდება. ორატომიანი სპირტების ყველაზე მარტივი წარმომადგენელი ეთილენგლიკოლია.*

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$$


ბუტანდიოლ-1,4

ბუტადიენ-1,3

**ფიზიკური თვისებები**

ჰომოლოგიურ რიგში ფარდობითი მოლეკულური მასის ზრდასთან ერთად იზრდება ალკადიენების დუდილის ტემპერატურა და სიმკვრივე. პროპადიენი და ბუტადიენ-1,3 ჩვეულებრივ პირობებში აირი, 2-მეთილბუტადიენ-1,3 კი აქროლადი სითხეა. ალკადიენები არ იხსნებიან წყალში, მაგრამ არაპოლარულ ორგანულ გამხსნელებში კარგად იხსნებიან. ბუტადიენ-1,3 და მისი ჰომოლოგები აზიანებენ ცენტრალურ ნერვიულ სისტემას. აირად მდგომარეობაში მყოფი ალკადიენები აღიზიანებენ სასუნთქ გზებს.

**რა ისწავლავთ?**

თხოზრენი ჩვეულებრივ პირობებში ..... დივინილი კი ..... მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებაა.

გაცხელებულ კატალიზატორზე ეთილის სპირტის ორთქლის ვატარებით როგორც ....., ასევე მიმდინარეობს დეჰიდრატაციის რეაქცია და მიიღება დივინილი. ამას ..... ეწოდება.

ალკანების დიჰალოგენ წარმოებულების ..... და ნაჯერი ორატომიანი სპირტების ..... რეაქციებიდანაც შეიძლება ალკადიენების მიღება.

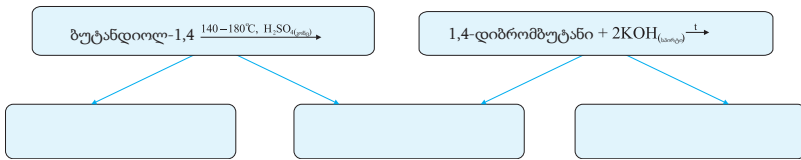
დეჰიდროჰალოგენირება; დეჰიდრატაცია; აირი; სითხე; დეჰიდრირება; ლებედვის ხერხი.





შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- 1 დაადგინეთ ჩვეულებრივ პირობებში თხევად მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებები.  
1) ბუტადიენ-1,3; 2) 2-პენტენ-2; 3) 2-მეთილბუტადიენ-1,3; 4) ბუტანი  
A) 1, 2    B) 3, 4    C) 2, 3    D) 2, 4    E) 1, 4
- 2 რომელი ნივთიერებისაგან მიიღება დივინილი?  
ა) 2-მეთილბუტანი    ბ) 1,4-დობრომბუტანი    გ) ეთილის სპირტი    დ) ბუტანდიოლ-1,4    ე) ბუტანი
- 3 შეადარეთ იზოპრენისა და დივინილის დუდილის ტემპერატურა და დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.
- 4 რატომ არ მიიღება 1-ბრომბუტანის კალიუმის ჰიდროქსიდის სპირტსხნართან რეაქციის შედეგად ალკადიენი? ამ რეაქციის ხსნარი რომელი ორგანული ნივთიერებაა?
- 5 მაქსიმუმ რამდენი მოლი დივინილის მიღება შეიძლება 18,4 გრ. ეთილის სპირტიდან?  
ა) 0,1    ბ) 0,2    გ) 0,4    დ) 0,5    ე) 1
- 6 რამდენი ლიტრა (ნ.პ.) წყალბადი გამოიყოფა 2 მოლი ბუტანის სრულიად დივინილად გარდაქმნის დროს?  
ა) 112    ბ) 44,8    გ) 22,4    დ) 67,2    ე) 89,6
- 7 განმარტებები განასხვავეთ სქემის მიხედვით.



1. ბუტადიენ-1,3;
2. დეჰიდრატაციის რეაქცია
3. მიიღება წყალი
4. დეჰიდროჰალოგენირების რეაქციაა.

დაადგინეთ შესაბამისობა.

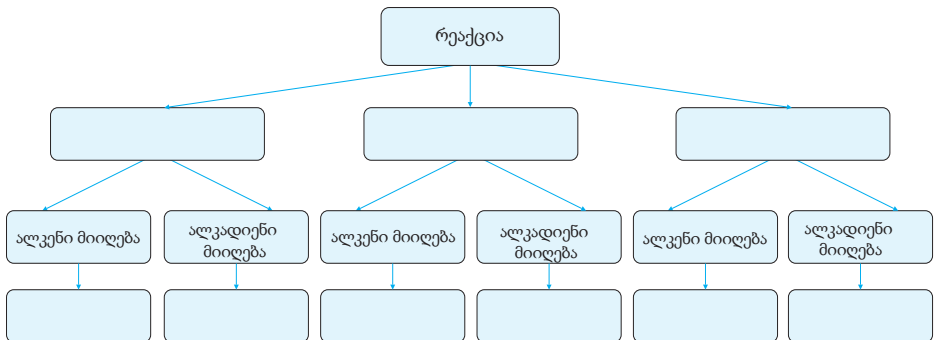
**რეაქციის პროდუქტა:**

1. ალკენი
2. ალკადიენი

**რეაქციები:**

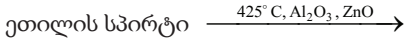
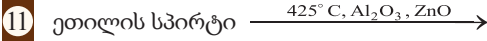
- ა.  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl} + 2\text{KOH}_{(\text{სპირტი})} \xrightarrow{t}$
- ბ.  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{KOH}_{(\text{სპირტი})} \xrightarrow{t}$
- გ.  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{Zn} \xrightarrow{t}$
- დ.  $2\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Cl} + 2\text{Na} \longrightarrow$
- ე.  $2\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{425^\circ\text{C}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{ZnO}}$

9 შეადგინეთ სქემა ქვემოთ მოცემული განმარტებების საფუძველზე:



1. დეჰიდრირება
2. ბუტანოლ-1 → ბუტენ-1
3. ბუტანი → ბუტადიენ-1,3;
4. 1,4-დიბრომბუტანი → ბუტადიენ-1,3
5. ბუტანდიოლ-1,4 → ბუტადიენ-1,3
6. ბუტანი → ბუტენ-1
7. დეჰიდრატაცია
8. 2,3-დიბრომბუტანი → ბუტენ-2
9. დეჰიდროჰალოგენირება.

10 დივინილის მიღების დროს ნ-ბუტანის ორ ეტაპიან კატალიზურ დეჰიდრირებიდან თავდაპირველად ორი ალკენის (ბუტენ-1 და ბუტენ-2) ნარევი, შემდეგ კი ალკენების შემდგომი დეჰიდრირებიდან მიიღება ბუტადიენ-1,3. შეადგინეთ იზოპრენის 2-მეთილბუტანიდან მიღების რეაქციის ეტაპები.



შეადარეთ რეაქციები და დაადგინეთ განსხვავებული მხარეები. დაასაბუთეთ თქვენს მოსაზრებები.



ორგანული ნივთიერებების მოლეკულაში მყოფი პირველადი ნახშირბადატომების, ჰიბრიდული ორბიტალების და σ-ბმების რაოდენობა?

## თემა 3.10. ალკადიენების მიღება და ქიმიური თვისებები



თქვენ ყოველდღიურ ცხოვრებაში შეხვდებით რიგ ნივთებს -ავტომანქანის შინს, რეზინის ჩექმებს და სხვ.

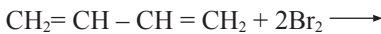
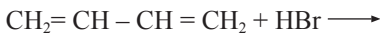
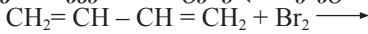
*რა იცით ამ ნივთების ქიმიური შედგენილობის შესახებ?  
როგორ შეიძლება მათი სინთეზირება?*



### საქმიანობა

თქვენ ალკენების მიერ ბრომიანი წყალისა და  $\text{KMnO}_4$  ხსნარის გაუფერულება შესწავლეთ და შეგიძლიათ დაწეროთ მიმდინარე რეაქციის განტოლება.

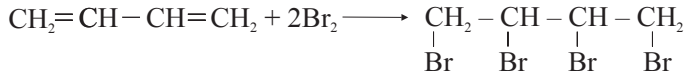
*თქვენი აზრით აუფერულებენ ალკადიენები ბრომიან წყალსა და  $\text{KMnO}_4$  ხსნარს? ალკენების თემაზე შესწავლილი კანონზომიერებების გამოყენებით შექცადეთ შავსით ქვემოთ მოცემული რეაქციის სქემები.*



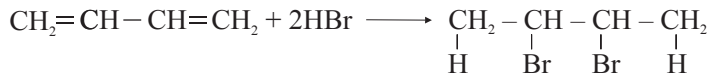
რადგან ალკადიენების მოლეკულაში არის ორი ორმაგი ბმა, ამიტომაც მათი ქიმიური თვისებების უმრავლესობა (შეერთება, დაჯანგვა და პოლიმერიზაციის რეაქციები) ალკენების ქიმიური თვისებების მსგავსია. თუმცა შეუღლებული ალკადიენების ქიმიური თვისებები ზოგიერთ ნიშანთვისებების მიხედვით სხვებისაგან განსხვავდებიან. ამის მიზეზია მოლეკულაში დელოკალიზირებული π-სისტემის არსებობა. გადავხედოთ შეუღლებული ალკადიენების ქიმიურ თვისებებს.

**მიერთების რეაქციები**

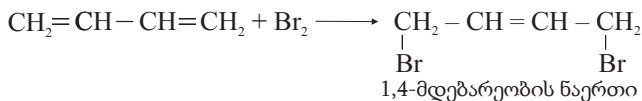
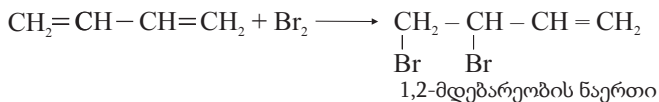
როგორც ალკენები, ასევე ალკადიენებიც იერთებენ წყალბადს, ჰალოგენს, ჰალოგენწყალბადსა და წყალს. ალკენებისაგან განსხვავებით 1 მოლი ალკადიენი მაქსიმუმ 1 მოლი კი არა, არამედ შეუძლია 2 მოლი X<sub>2</sub> (H<sub>2</sub>, Hal<sub>2</sub> – Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>) ან HX (H – Hal, H – OH და სხვ.) ტიპის მოლეკულის მიერთება.



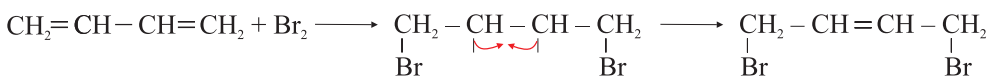
HX ტიპის მოლეკულების ალკადიენებისათვის მიერთება მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის მიხედვით. მაგალითად:



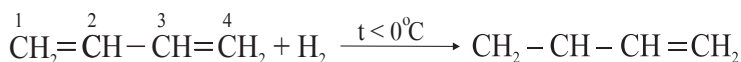
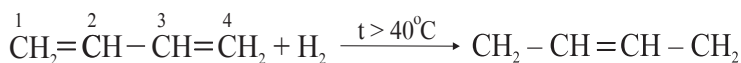
X<sub>2</sub> და HX ტიპის მოლეკულების შეუღლებულ ალკადიენებთან 1:1 მოლური თანაფარდობის რეაქციის დროს მიიღება ორი სხვადასხვა პროდუქტი. მაგალითად, 1 მოლი ბუტადიენ-1,3-ზე 1 მოლი Br<sub>2</sub>-ით ზემოქმედებისას, რეაქციის შედეგად მიიღება, როგორც 3,4-დიბრომბუტენ-1 (1,2-მდებარეობაში მიერთება), ასევე 1,4-დიბრომბუტენ-2 (1,4-მდებარეობაში მიერთება).

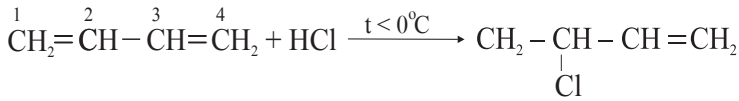
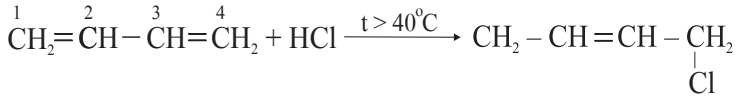


1,4-მდებარეობაში მიერთების დროს ბუტადიენ-1,3 მოლეკულაში მყოფი π-ბმებიდან ორივე (π სისტემა) გაწყდება და ბრომის ატომები პირველ და მეოთხე ნახშირბადატომებს უერთდება. მოლეკულაში მეორე და მესამე ნახშირბადატომების თავისუფალი ელექტრონები კი ამ ატომებს შორის π-ბმას წარმოქმნიან.



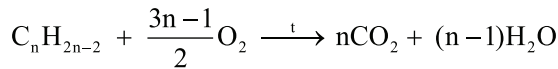
X<sub>2</sub> და HX ტიპის მოლეკულების შეუღლებულ ალკადიენებთან 1:1 მოლური თანაფარდობის რეაქციის დროს 1,2- და 1,4-მდებარეობაში მიერთების პროდუქტების გამოსავალი, ძირითადად, ტემპერატურაზეა დამოკიდებული. ტემპერატურის გაზრდისას (t < 0°C) 1,4-მდებარეობაში მიერთების პროდუქტის გამოსავალი, შემცირებისას (t > 40°C) კი 1,2-მდებარეობაში მიერთების პროდუქტის გამოსავალი იზრდება. ორგანულ ქიმიაში რეაქციის შედეგად ერთდროულად, თუ მიიღება რამდენიმე ნივთიერება, ამ დროს რეაქციის განტოლება იწერება მთავარი პროდუქტის მიხედვით. გადავხედოთ რამდენიმე ნიმუშს.





**წვისა და დაჟანგვის რეაქციები**

ალკადიენები ჟანგბადის მონაწილეობით იწვის და წარმოქმნის CO<sub>2</sub>-სა და H<sub>2</sub>O-ს.



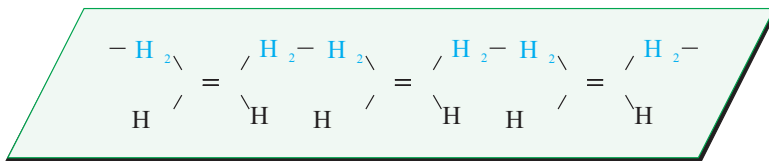
ალკადიენებზე ნეიტრალურ ან სუსტ ტუტე გარემოში KMnO<sub>4</sub>-ის კონცენტრირებული ხსნარით ზემოქმედებისას ჩვეულებრივ პირობებში მიდის რეაქცია. KMnO<sub>4</sub> ხსნარის იისფერი სწრაფად ქრება და ყავისფერი MnO<sub>2</sub> ნალექი მიიღება. ეს რეაქცია როგორც სხვა უჯერ ნახშირწყალბადებში აღმომჩენი რეაქციაა.

**პოლიმერიზაციის რეაქცია**



**საქმიანობა**

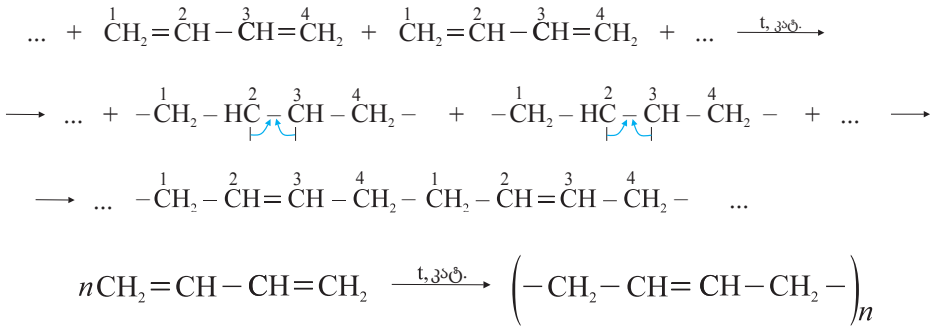
ცდებით დადგენილია, რომ ჰევეას ხის (ძირითადად ცენტრალურ და სამხრეთ ამერიკაში ხარობს) წვეწვის ძირითადი ნაწილის შემადგენელი მაკრომოლეკულების დაშლის პროდუქტი იზოპრენია. ე.ი. ეს მაკრომოლეკულები იზოპრენის პოლიმერიზაციის პროდუქტია. ასევე დადგენილია, რომ ამ მაკრომოლეკულებში -CH<sub>2</sub>-ჯგუფები ორმაგ ბმთან ნახშირბადატომების მიმართ სივრცეში ერთ მხარეზე მდებარეობენ.



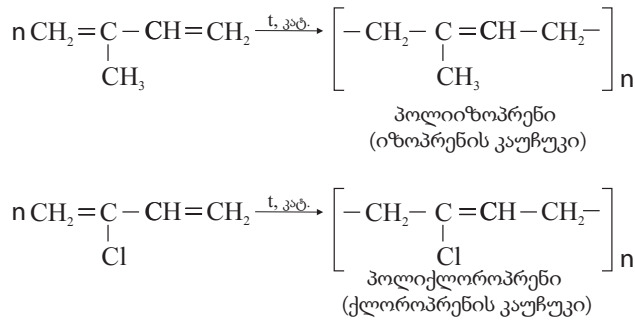
*თქვენი აზრით, ჰევეას ხის წვეწვში იზოპრენის მოლეკულების ერთმანეთთან შეერთება 1,2- თუ 1,4-მდებარეობაში მიმდინარეობს?*

*როგორ შეადგენდათ იზოპრენის პოლიმერიზაციის რეაქციის განტოლებას? რომელი ნივთიერება მიიღება იგივე წესით დივინილის პოლიმერიზაციით?*

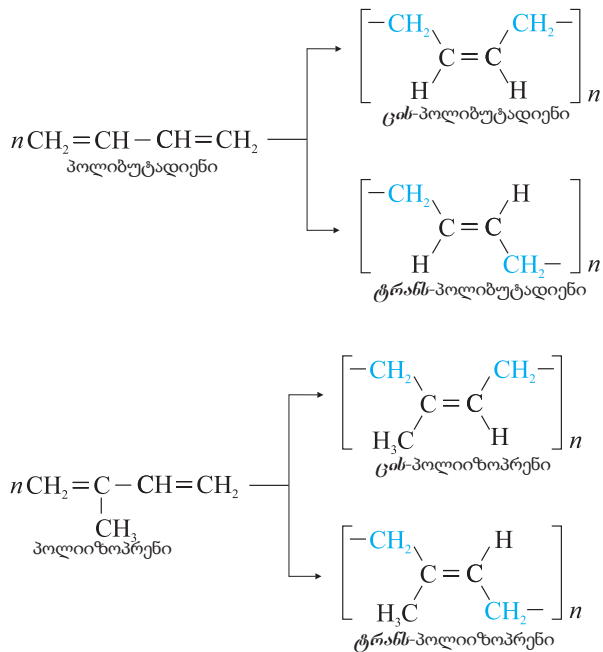
ალკადიენები ალკენების მსგავსად შედიან პოლიმერიზაციის რეაქციებში. ამ დროს მიღებულ პოლიმერს კაუჩუკი ეწოდება. დავაკვირდეთ ბუტადიენ-1,3-ის პოლიმერიზაციის რეაქციას.

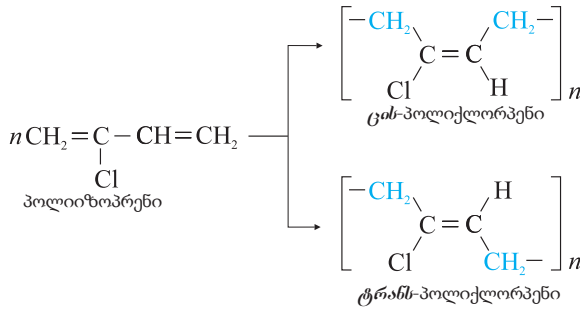


იზოპრენისა და ქლოროპრენის პოლიმერიზაციის რეაქციების განტოლება კი ქვემოთ მოცემული სახისაა:

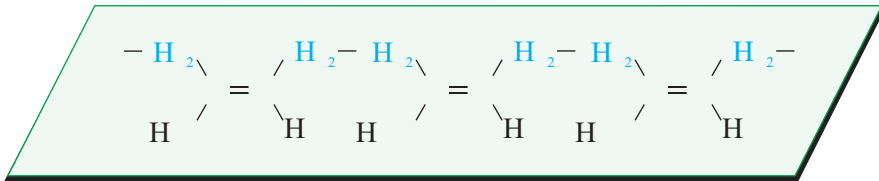


ამ რეაქციების საფუძველზე მიღებულ კაუჩუკებს სინთეზური კაუჩუკები ეწოდება. კაუჩუკების მაკრომოლეკულების შედგენილობაში  $-\text{CH}_2-$  ჯგუფები ორმაგ ბმის ნახშირბადატომების მიმართ სივრცეში შეუძლიათ სხვადასხვაგვარი მდებარეობა, ე.ი. მათ აქვთ ცის- და ტრანს- ფორმა. სინთეზური კაუჩუკები შედგება ამ ფორმების ნარევისაგან.





ამერიკის ტროპიკულ ტყეებში იზრდება ჰევეას ხე, რომლის წვენი ძირითადი ნაწილი მხოლოდ ცის-პოლიიზოპრენის მაკრომოლეკულებისაგან შედგება. მაკრომოლეკულაში მონომერული ერთეულების ამგვარ მოწესრიგებული განლაგების შედეგად წარმოქმნილ პოლიმერებს სტერეორეგულარული პოლიმერები ეწოდება.



ცის-პოლიიზოპრენი (ბუნებრივი კაუჩუკი)



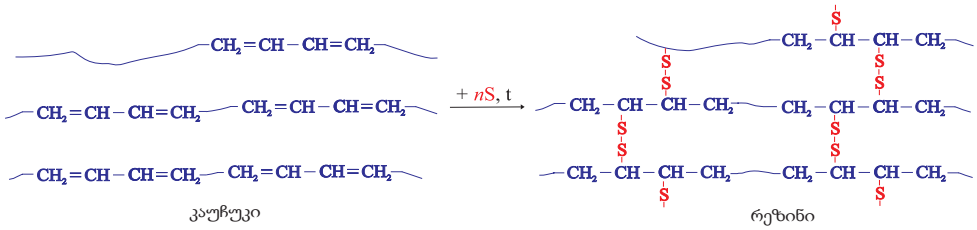
იცით თუ არა, რომ...

“კაუჩუკი” ხის ცრემლის ნიშნავს. ცენტრალური და სამხრეთი ამერიკის ადგილობრივი მოსახლეობა (ინდუსები) ბუნებრივ კაუჩუკს იყენებდნენ სხვადასხვა საყოფაცხოვრებო ჭურჭელის, წყალგაუმტარი მასალის დამზადებაში როგორც წებოს. ასევე ისინი ამ კაუჩუკისაგან ამზადებდნენ ბურთებს, რომელებსაც სხვადასხვა თამაშებში იყენებდნენ. ეს ბურთები ტყავის ბურთებზე მძიმე, მაგრამ უფრო მსტუნავი იყო. ბუნებრივმა კაუჩუკმა ამერიკის აღმოჩენის დროს მიიპყრო კოლუმბიელების ყურადღება.



ბუნებრივი კაუჩუკის ელასტიურობა, დრეკადობა, წყლისა და აირების შეუღწევადობა სხვა კაუჩუკებთან შედარებით უფრო მეტია. ეს კი დაკავშირებულია მისი მაკრომოლეკულების სტერეორეგულარულ სტრუქტურასთან.

კაუჩუკისაგან დამზადებული ნაკეთობების (მაგალითად, კალოში, წყალგაუმტარი ტანსაცმელი და სხვ.) ძალიან ცხელ და ცივ ამინდში გამოყენება შეუძლებელია. ასე რომ სიცხეში ის რბილდება და წებოვად ხდებოდა, სიცივეში კი უხეში და მყიფე. კაუჩუკის ამ ნაკლის ასაცილებლად მას აცხელებენ გოგირდთან ერთად (130–140°C). ამ დროს ელემენტარულ მდგომარეობაში მყოფი π-ბმები წყდება და ცალ-ცალკე მაკრომოლეკულები გოგირდის ატომებით (–S–S– დისულფიდური ხიდები) ერთმანეთს უერთდება (თითქოს იკერება). შედეგად მიიღება უფრო უკეთესი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მქონე (მაღალი ელასტიურობა, მდგრადობა, აგრესიულ ქიმიური გარემოსა და გამხსნელების მიმართ სიმტკიცე და სხვ.) *შეკერილი პოლიმერი*. ამ პროცესს კაუჩუკის *ვულკანიზაცია* პროცესი ეწოდება. კაუჩუკის ვულკანიზაციის რეაქცია მარტივად შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით.



კაუჩუკის ვულკანიზაციით რეზინი მიიღება. რეზინის სიმლიერე და სიმტკიცე კაუჩუკთან შედარებით მნიშვნელოვნად მეტია. თუ ვულკანიზაციის პროცესის დროს, რეზინის მისაღებად, გოგირდს საკმარისზე მეტი რაოდენობით დავამატებთ, მაშინ მიიღება არაელასტიკური, მყარი ნივთიერება - ებონიტი.

### ქიმიის როლი

რეზინი, ძირითადად, გამოიყენება ავტომობილების შინების და რეზინის სხვა ნაკეთობების დასამზადებლად. ებონიტი გამოიყენება ელექტრო მოწყობილობებში, როგორც ელექტრო იზოლატორი, ასევე აკუმულატორების კორპუსების დასამზადებლად.

### რა ისწავლეთ?

აღკვეთების მსგავსად აღკადიენებს წყალბადთან ..... რეაქციაში შესვლით ..... აუფერულევენ. ქლორწყალბადის დივინილთან ..... რეაქცია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესით. .... რეაქციის შედეგად დივინილის მოლეკულას თუ მიუერთდება ერთი ბრომწყალბადის მოლეკულა მიიღება 1-ბრომბუტენ-2. ბუნებრივი კაუჩუკი მხოპრენის ..... პროდუქტია. აღკადიენების პოლიმერიზაციით ..... , მათგანაც ..... რეზინი მიიღება.

მიერთება; ვულკანიზაცია; 1,2-მდეზარეობაში მიერთება; 1,4-მდეზარეობაში მიერთება; კაუჩუკი; პოლიმერიზაცია; ბრომიანი წყალი.

### შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- 1 რომელი ნივთიერებაა ბუნებრივი კაუჩუკის მონომერი?
- 2 რომელი ნივთიერებები ჩვეულებრივ პირობებში აუფერულევენ ბრომიან წყალს?
  1. პროპანი 2. დივინილი 3. პროპენი 4. ეთანი
  - ა) 1, 2    ბ) 3, 4    გ) 1, 4    დ) 2, 3    ე) 1, 3
- 3 პოლიეთილენისაგან განსხვავებით დივინილის კაუჩუკი განიცდის ვულკანიზაციას. ახსენით მიზეზი.
- 4 რომელი საერთო მხარეები აქვთ ალკენებისა და აღკადიენების ქიმიურ თვისებებს.
- 5 მაქსიმუმ რამდენი გრამი ბრომი უერთდება 27 გრამ დივინის?

6

აღკადიენი;	მოცულობა (ნ.პ.), ლ	წვაზე დახარჯული ჟანგბადის მოცულობა (ნ.პ.), ლ
$X_{(აირი)}$	$a$	$5,5a$

განსაზღვრეთ X-ის შედგენილობაში m(C) : m(H) შეფარდება.  
 ა) 4 : 1    ბ) 8 : 1    გ) 15 : 2    დ) 9 : 1    ე) 11 : 2



7 დაადგინეთ შესაბამისობა. მიერთების რეაქცია, რომელშიც შედის დივინილი მიერთების რეაქცია, რომელშიც შედის მიერთების რეაქციის პროდუქტი დივინილი

1. 1,2-მდებარეობაში მიერთება;
2. 1,4-მდებარეობაში მიერთება

- ა.  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
- ბ.  $\text{CH}_2\text{Br} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{Br}$
- გ.  $\text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{CH} = \text{CH}_2$
- დ.  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{Br}$
- ე.  $\text{CH}_2\text{Br} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$

8 1 მოლი იზოპრენი+1 მოლი  $\text{H}_2 \xrightarrow{80^\circ\text{C}}$  X  
 1 მოლი იზოპრენი+1 მოლი  $\text{Br}_2 \xrightarrow{80^\circ\text{C}}$  Y  
 1 მოლი დივინილი + 1მოლი  $\text{HBr} \xrightarrow{80^\circ\text{C}}$  Z

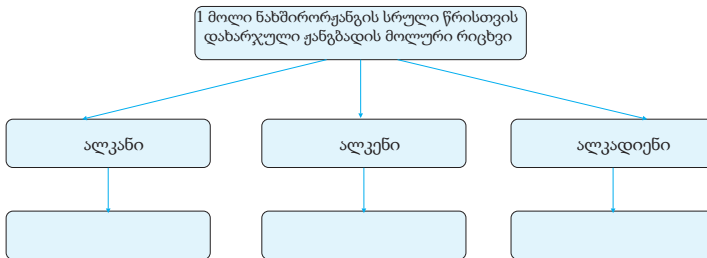
ცხრილის მიხედვით განასხვავეთ X, Y და Z ნივთიერებები.

წარმოქმნის ცის-ტრანს იზომერებს	არ წარმოქმნის ცის-ტრანს იზომერებს.

9  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[-(2\text{H}_2\text{O}+\text{H}_2)]{425^\circ\text{C}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{ZnO}} \text{X} \xrightarrow{+\text{Br}_2, t > 40^\circ\text{C}} \text{Y}$

10 დაწერეთ სქემის შესაბამისი რეაქციის განტოლებები.

შეავსეთ სქემა



11 შემოგვთავაზეთ ორ ეტაპიანი სქემა ბუტადიენ-1,3-დან ბუტადიენ-1,2-ის მისაღებად.

12 რომელი ნივთიერების მაკრომოლეკულები მიიღება დივინილის კაუჩუკის მაკრომოლეკულის სრული ჰიდრირებით?დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრებები

### თემა 3.11. ალკინების ჰომოლოგიური რიგი, სტრუქტურული ფორმულები და მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა



თქვენ იცით, რომ ერთნაირი რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკა-დიენები და ალკენები იზომერებია.

თქვენი აზრით, რომელი ზოგადი ფორმული შეიძლება ალკინების შედგენილობის გამოსახვა?

როგორ განსხვავდება ალკინების აღნაგობა სხვა ნახშირწყალბადების (ალკანი, ალკენი და ალკადიენი) აღნაგობისაგან?

რამდენი ნახშირბადატომი შეიძლება ჰქონდეს ალკინების პირველ წარმომადგენელს მოლეკულაში? რა არის ამის მიზეზი?

საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ერთი სამმაგი ბმის ( $-C \equiv C-$ ) მქონე ღია ჯაჭვიან ნახშირწყალბადებს ალკინები ეწოდება. მოლეკულაში  $n$  რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკინების შედგენილობა  $C_nH_{2n-2}$  ზოგადი ფორმული გამოისახება. ამ კლასის ყველაზე მარტივი წარმომადგენელი აცეტილენია ( $C_2H_2$ ). ამიტომაც ალკინებს აცეტილენის რიგის ნახშირწყალბადებსაც უწოდებენ. ქვემოთ მოცემულია ალკინების ჰომოლოგიური რიგის ზოგიერთი წევრი.

ალკინის ფორმულა	ალკინის სახელწოდება
$C_2H_2$	ეთინი (აცეტილენი)
$C_3H_4$	პროპინი
$C_4H_6$	ბუტინი
$C_5H_8$	პენტინი და სხვ.



#### საქმიანობა

აზოტის მოლეკულაში აზოტის, აცეტილენის მოლეკულაში კი ნახშირბადატომებს შორის არის სამმაგი ბმა.

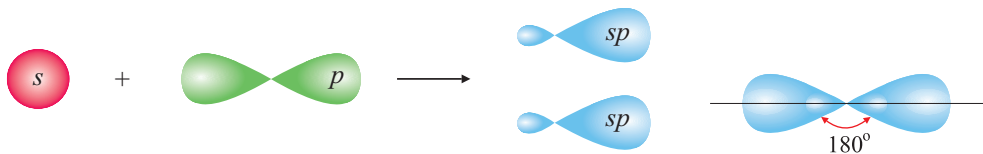
რომელი ორბიტალების მოანაწილებით მიმდინარეობს აზოტის მოლეკულაში ბმების წარმოქმნა?

სამმაგი ბმის შექმნისთვის ბმებიდან რამდენი  $\sigma$  და რამდენი  $\pi$  ბმაა?

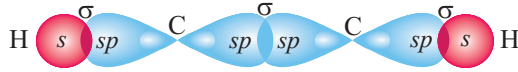
რომელი მსგავსი და განსხვავებული თვისებები აქვს აცეტილენის მოლეკულაში ბმების წარმოქმნას აზოტის მოლეკულასთან შედარებით?

როგორ ახსნიდით აცეტილენის მოლეკულაში ბმების წარმოქმნას?

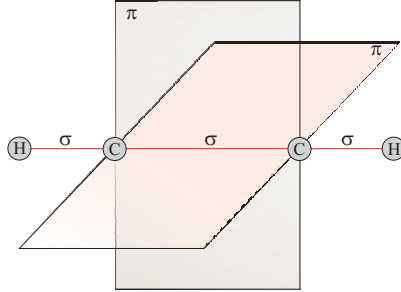
განვიხილოთ ალკინის მოლეკულის სივრცითი აღნაგობა ჰომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენლის აცეტილენის მოლეკულის მაგალითზე. აცეტილენის მოლეკულაში თითოეული ნახშირბადატომის გარე ელექტრონულ დონეზე მყოფი ორბიტალებიდან ერთი  $s$ - და  $p$  ორბიტალი განიცდის ჰიბრიდიზაციას და წარმოქმნის  $sp$ -ჰიბრიდულ ორბიტალებს. წარმოქმნილი  $sp$  ორბიტალები განლაგდებიან ერთ წრფეზე  $180^\circ$ -ბმის კუთხით.



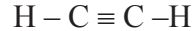
თითოეული ნახშირბადატომის ჰიბრიდული ორბიტალებიდან ერთი ჰიბრიდული ატომის  $s$ -ორბიტალით გადაფარვის შედეგად წარმოქმნის C–H-ბმას. ნახშირბადატომების მეორე ჰიბრიდული ორბიტალები ერთმანეთის გადაფარვით წარმოქმნიან C – C  $\sigma$ -ბმას.



თითოეული ნახშირბადატომის ჰიბრიდიზაციის გარეთ დარჩენილი ორი  $p$ -ორბიტალი კი ურთიერთმართობულ სიბრტყეში გვერდითი გადაფარვით წარმოქმნის ორ  $\pi$ -ბმას.



ე.ი. აცეტილენის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის სამმაგი ბმიდან ერთი  $\sigma$ , ორი კი  $\pi$ -ბმაა.



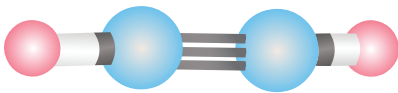
აცეტილენის ელექტრონული ფორმულა.

აცეტილენის სტრუქტურული ფორმულა

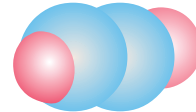
აცეტილენის მოლეკულაში ნახშირბადისა და წყალბადის ატომები, რადგანაც განლაგდებიან ერთ წრფეზე, ამიტომაც მოლეკულა წრფივი აღნაგობისაა.

ნახშირბადატომებს შორის სამმაგი ბმის წარმოქმნა ალკანაბსა და ალკენებთან შედარებით ნახშირბადატომების ბირთვებს შორის მანძილის შემცირების მიზეზი ხდება. C  $\equiv$  C ბმის სიგრძე 0,120 ნმ, ენერგია კი (828 კჯ/მოლი) ორმაგი ბმის ენერგიაზე (612 კჯ/მოლი) მაღალია.

ქვემოთ მოცემულია აცეტილენის ბურთულდეროვანი და მასშტაბური მოდელები.

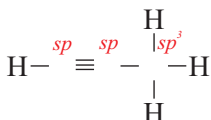


აცეტილენის მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდელი

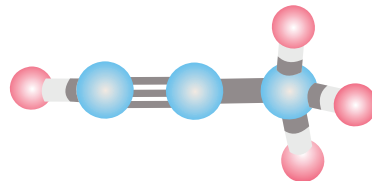


აცეტილენის მოლეკულის მასშტაბური მოდელი.

აცეტილენის ჰომოლოგიური რიგის სხვა წარმომადგენლებში სამმაგ ბმიანი ნახშირბადატომების გარდა სხვა ნახშირბადატომები  $sp^3$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია. ქვემოთ მოცემულია პროპინის მოლეკულის სტრუქტურული და ბურთულდეროვანი მოდელები.



პროპინის მოლეკულის სტრუქტურული ფორმულა



პროპინის მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდელი

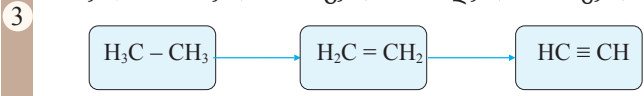
**რა ისწავლეთ?**

საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე, მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ერთი სამმაგი ბმის მქონე ნახშირწყალბადებს ..... ეწოდება.  
 ალკინების ზოგადი ფორმულა ..... ია  
 აცეტილენის მოლეკულაში არის სამი ..... და ორი .....  
 მოლეკულაში მყოფი ორივე ნახშირბადატომი ..... მდგომარეობაშია. პროპინის მოლეკულაში კი ერთი ნახშირბადატომი ..... მდგომარეობაშია.

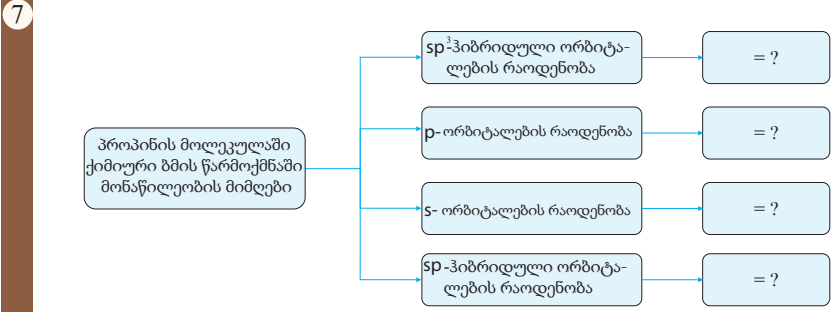
$C_nH_{2n-2}$ ; ალკინი;  $\pi$ -ბმა;  $\sigma$ -ბმა;  $sp^3$ -ჰიბრიდი;  $sp$ -ჰიბრიდი

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- $C_nH_{2n-2}$  შეარჩიეთ ზოგადი ფორმულის მქონე ნაერთები.  
 1.  $CH_2 = CH - CH = CH_2$   
 2.  $CH_3 - CH = CH - CH_3$   
 3.  $CH \equiv C - CH_3$   
 4.  $CH_3 - CH_2 - CH_3$   
 ა) 1, 2                      ბ) 3, 4                      გ) 1, 3                      დ) 2, 4                      ე) 1, 4
- განსაზღვრეთ აცეტილენის მოლეკულაში შესაბამისი  $\sigma$  და  $\pi$ -ბმების რაოდენობა.  
 ა) 3; 2                      ბ) 1; 2                      გ) 4; 1                      დ) 5; 2                      ე) 2; 4

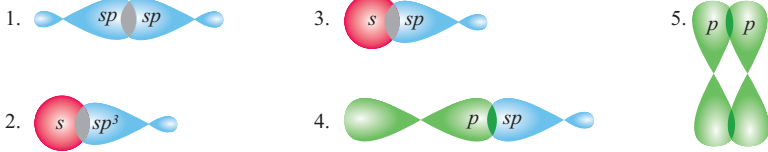


- როგორ იცვლება რიგში ნახშირბადატომებს შორის ბმის სიგრძე და ენერგია. დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება
- აცეტილენის მოლეკულაში ყველა ატომები მდებარეობს ერთ სიბრტყეში. რატომ არ შეიმჩნევა ეს პროპინის მოლეკულაში?
  - გამოთვალეთ მოლეკულაში 8 წყალბადატომის მქონე ალკინის ფარდობითი მოლეკულური მასა.
  - გამოთვალეთ 20 ფარდობითი სიმკვრივის მქონე ალკინში ნახშირბადის მასიური წილი (%-ით).  
 ა) 75                      ბ) 60                      გ) 40                      დ) 90                      ე) 80

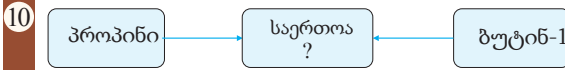


- 8 დაადგინეთ შესაბამისობა.
- | <i>მოლეკულის სიგრძითი აღნაგობა</i> | <i>მოლეკულური ფორმულა</i> |           |
|------------------------------------|---------------------------|-----------|
| 1. წრფივი                          | ა. $HC \equiv CH$         | ბ. $CO_2$ |
| 2. ტეტრაედრული                     | გ. $CH_4$                 | დ. $H_2O$ |

9 სქემის მიხედვით ელექტრონული ორბიტალების რომელი გადაფარვის შედეგად წარმოქმნილი ბმები შეესაბამება აცეტილენის მოლეკულას?



- ა) 1, 3, 4    ბ) 1, 3, 5    გ) 2, 4, 5    დ) 1, 2, 5    ე) 2, 3, 4



1. მოლეკულაში  $\sigma$ -ბმების რაოდენობა
2. მოლეკულაში  $\pi$ -ბმების რაოდენობა
3. მოლეკულაში  $sp^3$  ჰიბრიდული ორბიტალების რაოდენობა
4. მოლეკულაში  $sp$  ჰიბრიდული ორბიტალების რაოდენობა
5. მოლეკულაში  $sp^3 - s$  გადაფარვის შედეგად წარმოქმნილი ბმების რაოდენობა

11  $HC \equiv C - R$  მოლეკულის ფორმულა მსგავსია. განსაზღვრეთ R რადიკალი.

12 შეადარეთ მოლეკულაში სხვადასხვა რაოდენობის ნახშირბადატომების მქონე ალკინების ფორმულები. შეადგინეთ ფორმულა შედგენილობაში n რაოდენობის ნახშირბადატომების მქონე ალკინის მოლეკულაში  $\sigma$ -ბმების რაოდენობისათვის.



**საშინაო დავალება**

Excel-ის პროგრამაში შეადგინეთ დამოკიდებულების გრაფიკი ალკინების შედგენილობაში ნახშირბადისა და წყალბადის მასიური წილის მათ მოლურ მასასთან.

**თემა 3.12. ალკინების დასახელება და იზომერია**



თუ  $C_4H_8$  შედგენილობის 4 ალკენია,  $C_4H_6$  შედგენილობის 2 ალკინი არის. იგივე მდგომარეობა შეინიშნება მოლეკულაში ხუთი ნახშირბადატომის მქონე ალკენისა და ალკინების იზომერების რაოდენობის შედარებისას.  $C_5H_{10}$  თუ შედგენილობაში 6 ალკენია  $C_5H_8$  შედგენილობის 3 ალკინი არის.

*რა არის მიზეზი ერთნაირი რაოდენობის ნახშირბადატომების მქონე ალკენისა და ალკინის იზომერების რაოდენობის სხვაობისა?*

**დასახელება**

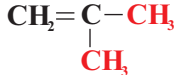


**საქმიანობა**

რაციონალური ხერხით ალკენების დასახელებისას მათ განიხილავენ, როგორც ეთილენის მოლეკულაში მყოფი წყალბადატომების ნაწილობრივ ან მთლიანად ალკილის რადიკალებით ჩანაცვლებულ წარმოებულს. სახელწოდების დასაწყისში ციფრებით მიუთითებენ, თუ რომელ ნახშირბადატომთან იმყოფება რადიკალი, იკითხება მისი სახელი და შემდეგ კი დაამატებენ ეთილენს. ზოგ შემთხვევაში გამოიყენება სიტყვები სიმეტრიული და არასიმეტრიული მაგალითად:



მეთილეთილენი



არასიმეტრიული-  
დიმეთილეთილენი



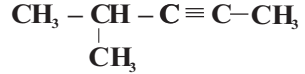
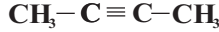
ტრიმეთილეთილენი

რომელ ალკენის წარმოებულებით განიხილავენ ალკენებს რაციონალური ხერხით დასახელებისას?

როგორი თანამდევრობით უნდა მოხდეს რაციონალური დასახელება?

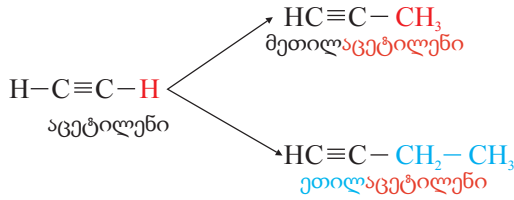
გამოიყენება თუ არა ამ დროს სიტყვები სიმეტრიული და არასიმეტრიული?

როგორი იქნება ქვემოთ მოცემული ალკენის სახელწოდება რაციონალური ხერხით?

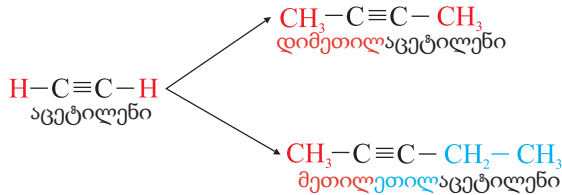


ალკინები როგორც რაციონალური, ასევე საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე დასახელდება. რაციონალური ხერხით ალკინების დასახელებისას მათ განიხილავენ, როგორც აცეტილენის წარმოებულს, რომლის მოლეკულაში მყოფი წყალბადატომები ნაწილობრივ ან მთლიანად ჩანაცვლებულია ალკილის რადიკალით. რადიკალები იკითხება, შემდეგ ითქმის აცეტილენი. აცეტილენის მოლეკულაში თუ იქმნება ორი ჰალოგენის ატომი, ალკინები შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად:

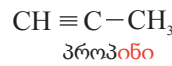
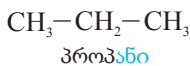
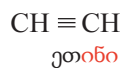
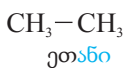
1. აცეტილენის მოლეკულაში თუ ერთი წყალბადატომი ჩანაცვლებულია ალკილის რადიკალით.



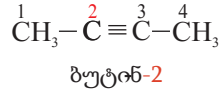
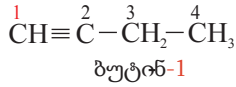
2. თუ აცეტილენის მოლეკულაში მყოფი ორივე წყალბადატომი ჩანაცვლებულია ალკილის რადიკალით. თუ ჩამნაცვლებლები ერთი და იგივე რადიკალებია, ამ დროს მათი რადენობის საჩვენებლად *დი-* გამოიყენება. თუ ჩამნაცვლებლები სხვადასხვა რადიკალებია, მაშინ მათი სახელწოდება იკითხება მარტივიდან რთულისაკენ.



საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე, განუტოტველი აღნაგობის ალკინების დასახელებისათვის შესაბამისი ალკანის სახელწოდების დაბოლოება “ან”-ი იცვლება “ინ”-ით.

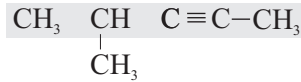


თუ ძირითად ჯაჭვში სამზე მეტი ნახშირბადატომია, ნახშირბადის ჯაჭვის დანომვრა ხდება იმ ბოლოდან, საიდანაც ახლოა სამმაგი ბმა. ალკინის სახელწოდების ბოლოს მიუთითებენ იმ ნახშირბადატომის ნომერს, (სამმაგი ბმის ადგილი) რომლიდანაც იწყება სამმაგი ბმა.

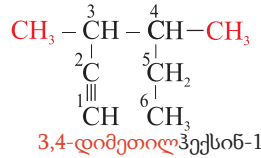
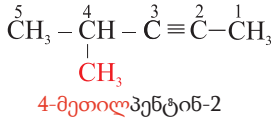


საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე განტოტვილი აღნაგობის ალკინების დასახელებისათვის საჭიროა ქვემოთ მოცემული წესების თანმიმდევრობის დაცვა.

1. შეირჩევა მოლეკულაში სამმაგი ბმის შემცველი ნახშირბადატომების ყველაზე გრძელი ნახშირბადის ჯაჭვი (ძირითადი ჯაჭვი).



2. ძირითად ჯაჭვში ნახშირბადატომების დანომვრა ხდება იმ ბოლოდან, საიდანაც უფრო ახლოა სამმაგი ბმა. ძირითად ჯაჭვში ნახშირბადატომებთან შეერთებული რადიკალების ადგილი (შეერთებული ნახშირბადატომების ნომერი), რაოდენობა (დი-, ტრი-, ტეტრა- და სხვ.) და მარტივიდან რთულისაკენ სახელი იკითხება. შემდეგ კი ასახელებენ ძირითად ჯაჭვს, მხოლოდ შესაბამისი ალკანის დაბოლოება “ან” იცვლება “ინ”-ით და მიუთითებენ იმ ნახშირბადატომის ნომერს, რომლიდანაც იწყება სამმაგი ბმა.

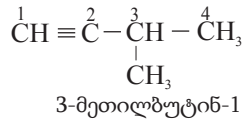
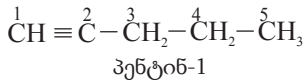


**იზომერია**

ალკინებში შესაძლებელია ნახშირბადოვანი ჯაჭვის იზომერია, სამმაგი ბმის მდებარეობის იზომერია და კლასებს შორის იზომერია.

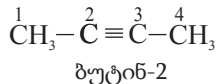
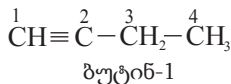
**ნახშირბადოვანი ჯაჭვის ჩონჩხის იზომერია**

ნახშირბადოვანი ჯაჭვის ჩონჩხის იზომერია ალკანებსა და ალკენებისაგან განსხვავებით მოლეკულაში იწყება ხუთი ნახშირბადატომის მქონე წარმომადგენელიდან (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>).



**სამმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით სტრუქტურული იზომერია**

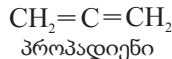
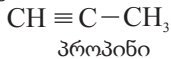
სამმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით სტრუქტურული იზომერია წარმოიქმნება ძირითად ჯაჭვში სამმაგი ბმის ადგილის (მდებარეობის) მიხედვით. ამ დროს არ იცვლება ნახშირბადის ჯაჭვის სტრუქტურა. იცვლება მხოლოდ სამმაგი ბმის ადგილი. სამმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით სტრუქტურული იზომერია იწყება ჰომოლოგიური რიგის შესამე წარმომადგენელიდან (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>).



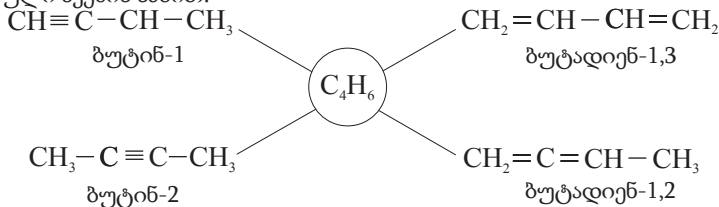


**კლასებს შორის იზომერია**

ალკინები და ალკადიენები, რომლებსაც მოლეკულაში ერთნაირი რაოდენობის ნახშირბადატომები აქვთ კლასებს შორის იზომერებია. ალკინებში კლასებს შორის იზომერია პროპინიდან (C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>) იწყება.



C<sub>4</sub>H<sub>6</sub> ფორმულის მქონე ალკინის სტრუქტურული იზომერები შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სქემის სახით:



რადგანაც სამმაგბმინ ნახშირბადატომს მხოლოდ ერთი ჩამნაცვლებელი უკავშირდება, ამიტომაც ალკენებისა და ალკადიენებისაგან განსხვავებით ალკინებს არ ახასიათებს სივრცითი იზომერია.

**რა ისწავლეთ?**

*ბუტინ-1 და ბუტინ-2 .....  
ერთნაირი რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკინები ალკადიენებთან .....  
ბენტინ-2 ..... მიხედვით მეთილეთილაკტილენისა  
ბენტინ-1 ის ..... ჰ-მეთილბუტინ-1 ის*

კლასებს შორის იზომერია; სამმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით სტრუქტურული იზომერია; რაციონალური ნომენკლატურა; ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- დაასახელეთ პროპინი რაციონალური ნომენკლატურით.
- რომელ მდგომარეობაში ნაერთი არა სწორად დასახელებული?
  - ა) CH ≡ C - CH<sub>2</sub> - CH<sub>3</sub>      ბუტინ-1      დ) CH<sub>3</sub> - C ≡ C - CH<sub>3</sub>      ბუტინ-2
  - ბ) CH ≡ C - CH - CH<sub>3</sub>      2-მეთილბუტინ-3      ე) CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> - C ≡ C - CH<sub>3</sub>      პენტინ-2
  - |  
CH<sub>3</sub>
  - გ) CH<sub>3</sub> - CH - C ≡ C - CH<sub>3</sub>      4-მეთილპენტინ-2
  - |  
CH<sub>3</sub>
  - დ) CH<sub>3</sub> - C ≡ C - CH<sub>3</sub>      ბუტინ-2
- რატომ არ წარმოქმნის C<sub>4</sub>H<sub>6</sub> შედგენილობის ალკინი ნახშირბადის ჯაჭვის მიხედვით ჩონჩხის იზომერია?
- ბუტინ-2-გან განსხვავებით ბუტინ-2 არ წარმოქმნის გეომეტრიულ (*ცის-ტრანს*) იზომერიას. ახსენით მიზეზი
- აცეტილენის მოლეკულაში წყალბადატომებიდან ერთი ჩაანაცვლეთ მეთილის, დანარჩენები კი იზოპროპილის რადიკალით და მიღებული ნაერთი დაასახელეთ საერთაშორისო ნომენკლატურით.

ალკინი	მოლეკულაში ნახშირბადატომების რაოდენობა	მოლეკულაში წყალბადატომების რაოდენობა
X	a	1,5a
Y	b	1,6b

განსაზღვრეთ X და Y ალკინების კლასებს შორის იზომერების რაოდენობა.

	X	Y
ა)	2	6
ბ)	3	4
გ)	3	2
დ)	2	5
ე)	2	4

7 დაადგინეთ შესაბამისობა

ალკინი	მოლეკულაში მეორეული ნახშირბადატომების რაოდენობა	
1. მეთილეთილაცეტილენი	ა. 1	დ. 0
2. იზოპროპილაცეტილენი	ბ. 2	ე. 4
3. მეთილიზოპროპილაცეტილენი	გ. 3	

8 განასხვავეთ ნივთიერებათა წყვილები ცხრილის მიხედვით.

სტრუქტურული იზომერია		
ნახშირბადის ჯაჭვის აგებულების მიხედვით	სამმაგი ბმის მდებარეობის მიხედვით	კლასებს შორის

1. პენტინ-1 და მეთილეთილაცეტილენი
2. მეთილპროპილაცეტილენი და 4-მეთილპენტინ-2
3. ბუტინ-2 და დივინილი

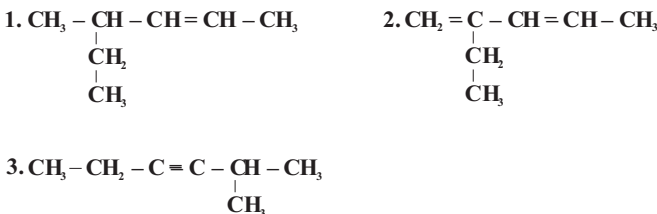
9 შეადგინეთ C<sub>5</sub>H<sub>8</sub> შედგენილობის ალკინის ფორმულები და დაასახელეთ საერთაშორისო ხერხით.

10 R<sub>1</sub>-C≡C-R<sub>2</sub> თუ იქნება 2,2,5-ტრიმეთილჰექსინ-3, განსაზღვრეთ R<sub>1</sub> და R<sub>2</sub> რადიკალები

R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
ა) ეთილი	პროპილი
ბ) იზოპროპილი	მესამეული ბუტილი
გ) მესამეული ბუტილი	ეთილი
დ) პროპილი	იზოპროპილი
ე) მეორეული ბუტილი	ეთილი


11 აცეტილენის მოლეკულაში წყალბადატომების რომელი რადიკალებით ჩანაცვლების შედეგად მიიღება 3-მეთილოქტინ-4. რომელი ნივთიერება მიიღება ამ რეაქციების ერთ-მანეთთან შეერთებით?

12



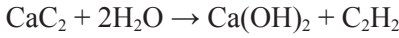
მოცემული ნაერთები დაასახელეთ საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით და დაადგინეთ უჯერი ალიფატური ნახშირწყალბადების დასახელების საერთო თვისებები.

### თემა 3.13. ალკინების მიღება და ფიზიკური თვისებები

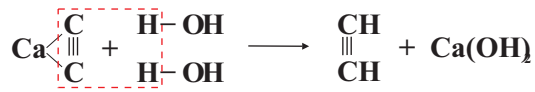
 იცით, რომ მეთანის 1000°C-ზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე დაშლის პროდუქტინახშირბადი (ჰვარტლი) დაწყალბადია, ხოლო 1500°C ტემპერატურაზე დაშლის პროდუქტი კი აცეტილენი.  
 1500°C ტემპერატურაზე მიღებული აცეტილენი ამ პირობებში რატომ არ იშლება ნახშირბადად და წყალბადად?  
 როგორ ხდება ამ ტემპერატურაზე მეთანიდან აცეტილენის მიღების უზრუნველყოფა?


#### მიღება

როგორც მრეწველობაში, ასევე ლაბორატორიაში აცეტილენი მიიღება კალციუმის კარბიდის წყალთან რეაქციის (ჰიდროლიზიდან) შედეგად.



რეაქცია სქემატურად შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით.



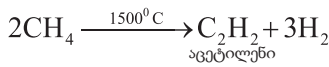
 **ვაფიქსურთ**

მრეწველობაში კალციუმის კარბიდს აღებენ ჩაუქრალი კორის და კოქსის შეღებვით.

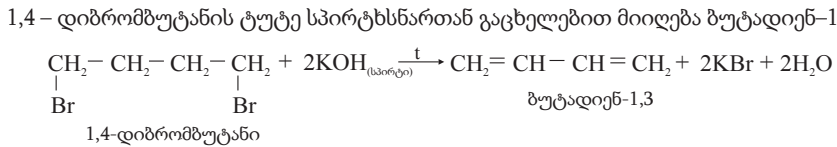
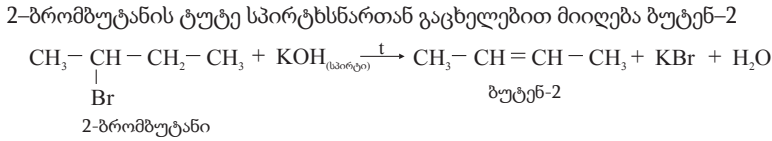
$$CaO + 3C \xrightarrow{2000^\circ C} CaC_2 + CO$$

მაგრამ ეს ხერხი ეკონომიკური თვალსაზრისით არ არის ხელსაყრელი, რადგან კალციუმის კარბიდის მიღება დაკავშირებულია ელექტროენერჯის დიდ ხარჯებთან.

დღესდღეობით მრეწველობაში აცეტილენი მიიღება ბუნებრივი აირისაგან. 1500°C-მდე გახურებისას მეთანი აცეტილენად გარდაიქმნება. ამავე დროს საჭიროა მიღებული აირადი ნარევის სწრაფი გაციება, რათა არ მოხდეს წარმოქმნილი აცეტილენის შემდგომი დაშლა.

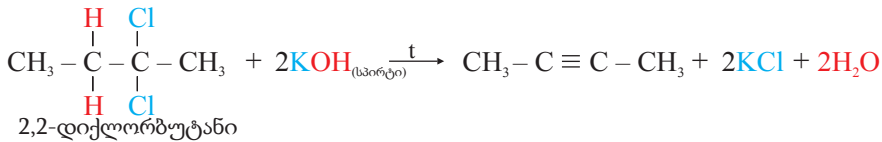
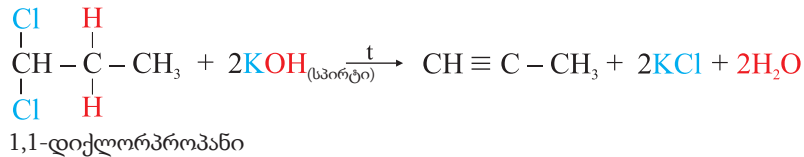
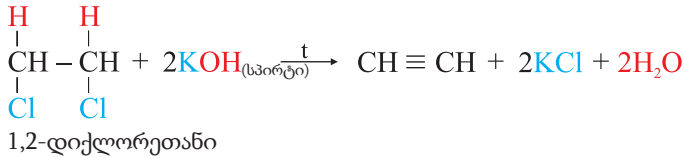


#### საქმიანობა



1,2-დიქლორეთანი, 1,1-დიქლორპროპანი და 2,2-დიქლორბუტანის ტუტე სპირტსნართან გაცხელებით, რომელი ნივთიერება მიიღება?  
 რით განსხვავდება ამ შემთხვევაში საწყის ნივთიერებად აღებული ჰალოგენწარმოებულები, ალკენებისა და ალკადიენების მისაღებად აღებული ჰალოგენწარმოებულებისაგან?

ლაბორატორიაში ალკინების მისაღებად რიგი ალკანების დიჰალოგენწარმოებულებზე, სადაც ჰალოგენის ატომები ერთი და იმავე ან მეზობელ ნახშირბადატომთან არის მიერთებული, ზემოქმედებენ ტუტე სპირტსხსნარით. ამ დროს დეჰიდროჰალოგენირების რეაქციები მიმდინარეობს ზაიცვის წესით.



**ფიზიკური თვისებები**

ალკინების დუდილის ტემპერატურა და სიმკვრივე კანონზომიერად იზრდება ნივთიერების მოლეკულური მასის ზრდასთან ერთად. C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> – C<sub>4</sub>H<sub>6</sub> ჩვეულებრივ პირობებში აირად, C<sub>5</sub>H<sub>8</sub> – C<sub>15</sub>H<sub>28</sub> თხევად, შემდგომი ალკინები კი მყარ მდგომარეობაშია. ალკინები არ იხსნებიან წყალში, თუმცა კარგად იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში. სუფთა აცეტილენი ჩვეულებრივ პირობებში უფერო უსუნო აირია.

**რა ისწავლეთ?**

მრეწველობაში აცეტილენი მეთანის ....., ზოგჯერ კი კალციუმის კარბიდის ..... მიიღება.  
 ლაბორატორიაში ალკინების მისაღებად ძირითადად, ალკანების დიჰალოგენწარმოებულების ..... რეაქციები გამოიყენება.  
 C<sub>2</sub> – C<sub>4</sub> ჩვეულებრივ პირობებში ....., C<sub>5</sub> – C<sub>15</sub>..... შემდგომი ალკინები კი ..... მდგომარეობაშია.  
 აირი; თხევადი; მყარი; დიჰიდროჰალოგენირება; დაშლა; ჰიდროლიზი

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- 1 ეთანი  $\xrightarrow{a}$  ეთილენი  $\xrightarrow{b}$  1,2-დიბრომეთანი  $\xrightarrow{c}$  აცეტილენი
- დაადგინეთ დეჰიდრირების (I) და დეჰიდროჰალოგენირების (II) რეაქციების შესაბამისი გარდაქმნები.
- ა) I-c; II-b      ბ) I-a; II-c      გ) I-a; II-b      დ) II-a; I-b      ე) II-a; I-c

2 რომელი რეაქციებით მიიღება აცეტილენი?

1.  $\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ\text{C}}$
2.  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl} + \text{KOH}_{(\text{სპირტი})} \xrightarrow{t}$
3.  $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH}_2\text{Cl} + 2\text{KOH}_{(\text{სპირტი})} \xrightarrow{t}$
4.  $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH}_2\text{Cl} + \text{Zn} \xrightarrow{t}$

3 რატომ მიიღება KOH-ის სპირტხსნარით 1,1-დიქლორეთანზე ზემოქმედებისას ბუტინ-1, ხოლო 2,2-დიქლორეთანზე ზემოქმედებისას კი ბუტინ-2?

4 შეადარეთ პენტინ-1-ისა და 3-მეთილბუტინ-1-ის დუდილის ტემპერატურები. დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.

5 რამდენი ლიტრა (ნ.პ.) აცეტილენი მიიღება 128 გრამი კალციუმის კარბიდის წყალთან სრული რეაქციის შედეგად?

- ა) 22,4    ბ) 33,6    გ) 11,2    დ) 44,8    ე) 56

6 გამოიანგარიშეთ მიღებული ხსნარი (%-ით), თუ 5 მოლი მეთანისაგან 1 მოლი აცეტილენი მიიღება.

- ა) 50    ბ) 40    გ) 60    დ) 80    ე) 20

7

ჩვეულებრივ პირობებში აგრეგატული მდგომარეობა	
სითხე	აირი

განასხვავეთ მოცემული ნივთიერებები ცხრილის მიხედვით.

1. პროპენი    2. პროპინი    3. პენტინ-1    4. დივინილი    5. ჰეპტინ-1

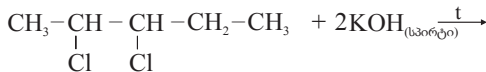
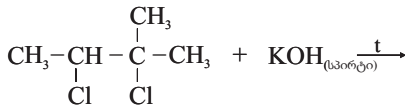
8 დაადგინეთ შესაბამისობა

*რეაქციიდან მიღებული ნივთიერება*

*რეაქცია*

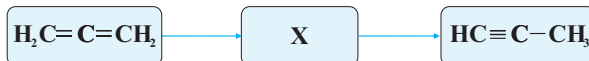
- |              |  |
|--------------|--|
| 1. ალკინი    | ა. $\text{CH}_3 - \text{CHCl} - \text{CH}_3 + \text{KOH}_{(\text{სპირტი})} \xrightarrow{t}$                  |
| 2. ალკენი    | ბ. $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$   |
| 3. ალკადიენი | გ. $\text{CH}_3 - \text{CHCl} - \text{CHCl} - \text{CH}_3 + \text{Zn} \xrightarrow{t}$                       |
|              | დ. $\text{CH}_3 - \text{CHCl} - \text{CHCl} - \text{CH}_3 + 2\text{KOH}_{(\text{სპირტი})}$                   |
|              | ე. $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{Cl} + 2\text{KOH}_{(\text{სპირტი})}$ |

9



დაასრულეთ რეაქციები და მიღებული ნაერთები დაასახელეთ საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით.

10



დაწერეთ სქემის შესაბამისი რეაქციის განტოლებები.

11

შემოგვთავაზეთ ბუტენ-2-საგან ბუტინ-2-ის მისაღებად ორ ეტაპიანი ხერხი. შეადგინეთ რეაქციის შესაბამისი განტოლებები.

12

შეადარეთ ნივთიერებების 2,2-დიქლორბუტანისა და 2,2-დიქლორ-3,3-დიმეთილბუტანის KOH-ის სპირტხსნართან რეაქციის შედეგად მიღებული პროდუქტები: რატომ განსხვავდებიან ისინი ძირითად ჯაჭვში სამმაგი ზმის ადგილის მიხედვით?

### თემა 3.14. ალკინების ქიმიური თვისებები



ბოლო დროს ბინებსა და ოფისებში გამოიყენება პლასტიკური მასალისაგან დამზადებული კარ-ფანჯრები. მათ ზოგჯერ “PVX კარ-ფანჯრებსაც” უწოდებენ.

*რას ასახავს აბრევიატურა PVX?*

*ამ კარ ფანჯრების მისაღებად რომელ ნივთიერებებს იყენებენ?*



#### საქმიანობა 1

1 მოლი  $C_2H_4 + a$  მოლი  $Br_2 \rightarrow$  ნაჯერი ნაერთი

1 მოლი  $C_2H_2 + b$  მოლი  $Br_2 \rightarrow$  ნაჯერი ნაერთი

*შეადგინეთ რეაქციის განტოლება*

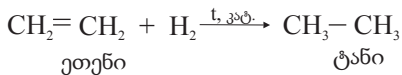
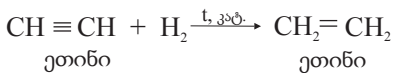
*შეადარეთ a-სა და b-ს ნიშნები და დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.*

#### ქიმიური თვისებები

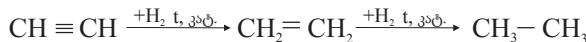
როდესაც ვაკვირდებით ალკინების ქიმიურ თვისებებს, მაშინ საჭიროა გავითვალისწინოთ მათ მოლეკულაში სამმაგი ბმის თვისებები. ალკინების მსგავსად ალკინებსაც ახასიათებს მიერთების რეაქციები. რადგანაც სამმაგ ბმაში არის ორი  $\pi$ -ბმა, ამიტომაც ალკინებთან მიერთების რეაქციები მიმდინარეობს ორ ეტაპად. პირველ ეტაპზე ალკინი გარდაიქმნება ორმაგბმიან ნაერთად, მეორე ეტაპზე კი ნაჯერ ნაერთად. გარდა ამისა ალკინები შედიან ჟანგვისა და ჩანაცვლების რეაქციებშიც.

**მიერთების რეაქციები.** ალკინები იერთებენ წყალბადს, ჰალოგენებს, ჰალოგენწყალბადები, წყალს და სხვ. ამ დროს მათ მოლეკულაში მყოფი სამმაგბმიანი ნახშირბადატომები თავდაპირველად  $sp$  ჰიბრიდული მდგომარეობიდან  $sp^2$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაში, შემდეგ კი  $sp^3$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაში გადადიან.

ალკენებში წყალბადის მიერთება (ჰიდირირება) მიმდინარეობს კატალიზატორის თანაობისას:



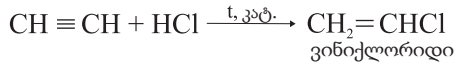
ეს რეაქციები სქემატურად შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით:



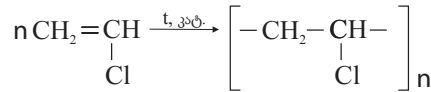
ალკენების მსგავსად ალკინებიც ჩვეულებრივ პირობებში აუფერულელებენ ბრომიან წყალს და ეს რეაქცია ალკინებისათვის აღმომჩენი რეაქციაა.



აცეტილენი 1:1 მოლური თანაფარდობით იერთებს ქლორწყალბადს კატალიზატორის თანაობისას და წარმოქმნის ვინილქლორიდს (ქლორთანს)



ვინილქლორიდი ჩვეულებრივ პირობებში აირად მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებაა. მოლეკულაში ორმაგი ბმის, არსებობის გამო პოლიმერიზდება:



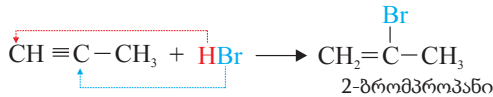
ვინილქლორიდი, პოლივინილქლორიდი (PVX პვე)



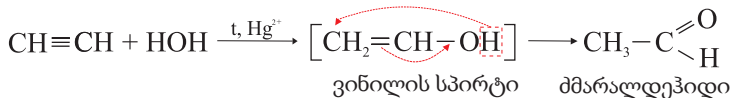
**ქიმიის როლი**

პოლივინილქლორიდი დღესდღეობით ყველაზე ფართოდ გამოყენებული პოლიმერებიდან ერთ-ერთია. ის გამოირჩევა სიმტკიცით ქიმიური ნივთიერებების ზემოქმედების მიმართ. ისინი გამოიყენება კარ-ფანჯრების, ქალაქების, დაკიდული ჭერების, პლასტიკური მილების, ხელოვნური ტყავის და სხვ. წარმოებაში. რადგანაც პოლივინილქლორიდს ახასიათებს დიელექტრიკული თვისებები, ამიტომაც მისგან მზადდება კაბელები და მავთულების ელექტროსაზოლაციო მასალები.

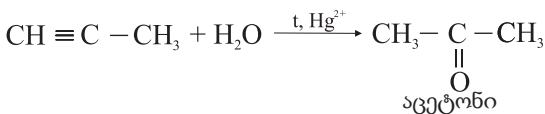
არასიმეტრიულ ალკინებში ჰალოგენწყალბადების მიერთება მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესით:



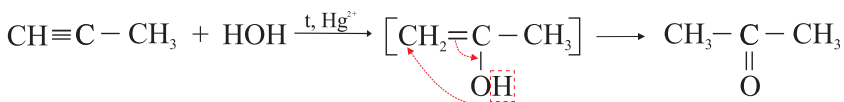
აცეტილენი და მისი ჰომოლოგები მყავა გარემოში ვერცხლისწყლის მარილების თანაობისას იერთებენ წყლის მოლეკულას (ჰიდრატაცია). ამ რეაქციას ეწოდება *კუჩეროვის რეაქცია*. აცეტილენის დეჰიდრატაციის დროს, როგორც შუალედური პროდუქტი წარმოიქმნება *ვინილის სპირტი*. რადგანაც ორმაგბმიან ნახშირბადატომთან მიერთებული ჰიდროქსილის (-OH) ჯგუფი მქონე ნაერთების სიმტკიცე ნაკლებია, ამიტომაც ვინილის სპირტის მიღებისთანავე მოლეკულათშორის დაჯგუფების ხარჯზე გარდაიქმნება ძმრის ალდეჰიდად.



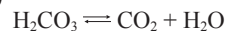
სხვა ალკანების ჰიდრატაციით მიიღება კეტანოლი



რეაქციის სქემა ქვემოთ მოცემული სახისაა:

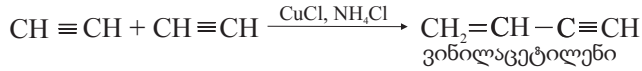


ნახშირბადატომის მოლეკულაში ორი პედროქსიდის ჯგუფის ორმაგბმიან ნახშირბადატომთან შეერთების გამო მისი მოლეკულის სიმტკიცე ნაკლებია.

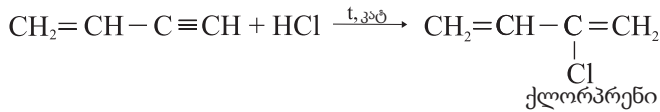




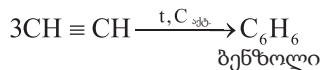
აცეტილენის მოლეკულები ერთმანეთთან მიერთებით წარმოქმნიან სხვადასხვა ნივთიერებებს. სპილენძის (I) ქლორიდსა და ამონიუმის ქლორიდის მარილების წყალხსნარში აცეტილენის გატარებისას ის განიცდის დიმერიზაციას და ამ დროს წარმოიქმნება *ვინილაცეტილენი*.



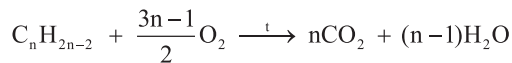
ვინილაცეტილენი მიერთებს ერთი მოლ ქლორწყალბადს და გარდაიქმნება ქლოროპრენად.



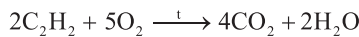
გააქტიურებული ნახშირის თანაობისას გაცხელებული მილიდან აცეტილენის გატარებისას ის განიცდის ტრიმერიზაციას და ამ დროს წარმოიქმნება ბენზოლი.



*წვისა და დაჟანგვის რეაქციები.* სხვა ნახშირწყალბადების მსგავსად ალკინებიც იწვის ჟანგბადის თანაობისას და წარმოქმნის CO<sub>2</sub>-სა და H<sub>2</sub>O-ს. აცეტილენის სრული წვის რეაქციის ზოგადი განტოლება შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით:

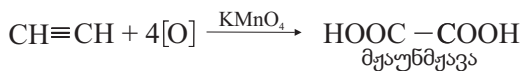


აცეტილენი ეთანთან და ეთილენთან შედარებით ჰაერზე იწვის ჭვარტლიანი ალით. ამის მიზეზი აცეტილენის მოლეკულაში ნახშირბადის მასიური წილის დიდი რაოდენობაა.

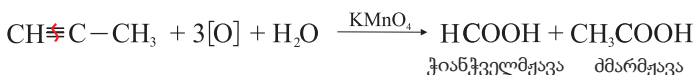


ჟანგბადის გარემოში აცეტილენი წვის დროს წარმოქმნის მაღალ ტემპერატურას (3000°C აღწევს).

ალკინების მსგავსად ალკინებიც მჟანგავი ნივთიერებების (KMnO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) პროდუქტებით ადვილად იჟანგებიან. მაგალითად, ალკინებზე KMnO<sub>4</sub> ხსნარით ზემოქმედებისას ხსნარის იისფერი სწრაფად ქრება (ხსნარი უფერულდება) და მიიღება ყავისფერი MnO<sub>2</sub> ნალექი. ეს რეაქცია ალკინების აღმომჩენი რეაქციაა. კალიუმის პერმანგანატის ხსნარში აცეტილენის გატარებისას, ის გარდაიქმნება მჟაუნმჟავად:



სხვა ალკინების დაჟანგვის დროს სამმაგი ბმა წყდება და წარმოიქმნება შესაბამისი ერთფუძიანი ნახშირმჟავა. მაგალითად, პროპინის დაჟანგვით მიიღება ჭიანჭველამჟავისა და ძმარმჟავის ნარევი.



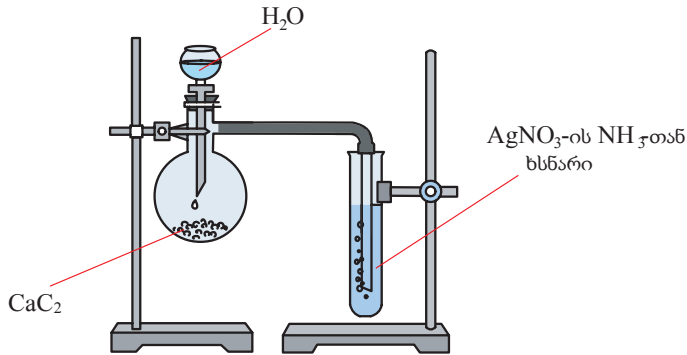
**ქიმიის როლი**

*აცეტილენისა და ჟანგბადის ნარევის წვისას მიიღება მაღალი ტემპერატურა და მას იყენებენ მეტალების ჭრისა და შედუღებისათვის.*



საქმიანობა 2

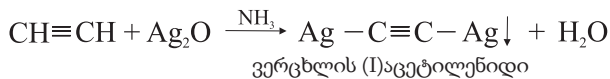
**რეაქტივები და მოწყობილობები:** კალციუმის კარბიდი, სუფრის მარილი, წყალი, ვერცხლის (I) ნიტრატი, ამიაკის წყალხსნარი, ბრომიანი წყალი, მრგვალირიანი კოლბა (ვიურცის კოლბა), შტატივი, პიპეტი, აირგამყვანი მილი, საცობი, სინჯარა. ააწყეთ სურათზე მოცემული ხელსაწყო.



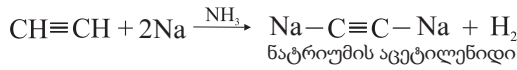
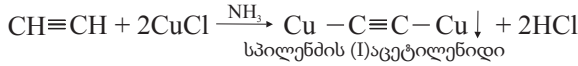
სინჯარაში მოათავსეთ ცოტა რაოდენობის ვერცხლის (I) ნიტრატის მარილი, ზედ დაამატეთ ვერცხლის (I) ნიტრატის გახსნისათვის საკმარისი რაოდენობის ამიაკის 5%-იანი ხსნარი. შტატივზე დამაგრებულ კოლბაში დაამატეთ კალციუმის კარბიდი და საცობით დაამაგრეთ. შემდეგ მას პიპეტის საშუალებით დაამატეთ მარილით გაჯერებული წყალი. აირგამყვანი მილის ბოლო ჩაუშვით სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია ვერცხლის (I) ნიტრატის ამიაკური ხსნარი.

- რა შეაქმნიეთ მიმდინარე რეაქციების შედეგად?*
- როგორ შემოგვთავაზებდით რეაქციის ტოლობებს?*
- შედიან თუ არა ამ რეაქციებში ალკანები, ალკენები და ალკადიენები?*
- როგორ ახსნიდით ამ რეაქციების მიმდინარეობის მიზეზებს?*

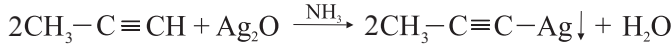
**ჩანაცვლების რეაქციები.** *sp* ჰიბრიდულ მდგომარეობაში მყოფი ნახშირბადატომის წყალბადატომთან წარმოქმნილი ბმა უფრო პოლარულია, ვიდრე  $sp^3$  და  $sp^2$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაში მყოფი ნახშირბადატომის წყალბადატომთან წარმოქმნილი ბმა. ამის გამოც *sp* ჰიბრიდულ მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადატომთან დაკავშირებული წყალბადატომი მოძრავია, ალკინები ავლენენ სუსტ თვისებებს და ეს წყალბადი ჩანაცვლდება მეტალის ატომით. მაგალითად, აცეტილენის გატარებისას ვერცხლის (I) ოქსიდის ამიაკურ ხსნარში დაილექება ვერცხლის (I) აცეტილენიდი. ვერცხლის (I) ოქსიდის ამიაკურ ხსნარს აღმოძქენი რეაქტივი ეწოდება. რეაქცია მარტივად შეიძლება დავწეროთ ქვემოთ მოცემული სახით.



მსგავსი რეაქცია მიმდინარეობს სპილენძის (I) ქლორიდისა და ნატრიუმის ამიაკურ ხსნართან.



აცეტილენიდის მოლეკულისაგან განსხვავებით პროპინის მოლეკულაში მეტალის ატომით ჩანაცვლებულია ერთი წყალბადატომი.



ეს რეაქციები ნახშირბადის ჯაჭვის თავში მყოფი სამმაგბმინი ალკინების სხვა უჯერი ნახშირწყალბადებისაგან განმასხვავებელი რეაქციაა.

**რა ისწავლეთ?**

ალკინები სრული ..... ალკანებად გარდაიქმნებიან.  
 ალკადიენებისაგან განსხვავებით ალკინები ..... თან შედიან რეაქციაში. ეს რეაქცია მათი აღმოჩენი რეაქციაა. ბუტინ-2-საგან განსხვავებით ბუტინ-1-თან ქლორწყალბადის მიერთება ..... ით მიმდინარეობს.  
 ალკინების ..... რეაქციებს ..... ეწოდება. ამ დროს თუ ავიღებთ აცეტილენს მიიღება ალდეჰიდი, სხვა ალკინების ალგებს დროს კი ..... წარმოიქმნება.  
 აცეტილენი ..... ბანზოლი ..... თან მიიღება ვინილაცეტი. ბუტინ-2-საგან განსხვავებით ბუტინ-1 ვერცხლის (I) ოქსიდის ამიაკურ ხსნართან ..... შედის რეაქციაში.

ჰიდრირება; ბრომიანი წყალი; მარკოვნიკოვის წესი; კუჩეროვის რეაქცია; დიმერიზაცია; ტრიმერიზაცია; ჩანაცვლება; ჰიდრატაცია; კეტონი.

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

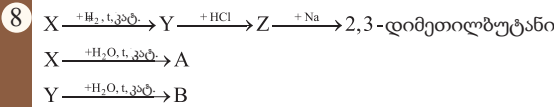
- 1 აჩვენეთ აცეტილენის ტრიმერიზაციის რეაქციის პროდუქტი.
  - ა) დივინილი
  - ბ) ჰექსანი
  - გ) ბენზოლი
  - დ) ეთილენი
  - ე) ვინილაცეტილენი
- 2 განსაზღვრეთ პროპინის მოლეკულისათვის ერთი ბრომის მოლეკულის მიერთებით მიღებული პროდუქტი.
  - ა) 1-ბრომპროპენი
  - ბ) 1,2-დიბრომპროპანი
  - გ) 1,2-დიბრომპროპენი
  - დ) 2-ბრომპროპენი
  - ე) 3-ბრომპროპანი
- 3 რომელი ნივთიერებების დახმარებით შეიძლება განვასხვავოთ ბუტინ-1 ბუტინ-2-საგან? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება
- 4 გააუფერულებს თუ არა ბრომიან წყალს აცეტილენისა და ბრომის 1:1 მოლური თანაფარდობის რეაქციიდან მიღებული ხსნარი? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება

- 5 1 მოლი პროპინისა და 2 მოლი ვინილაცეტილენის ნარევის სრულ ჰიდრირებაზე სულ რამდენი მოლი  $H_2$  დაიხარჯება?
- 6 დიდი როდენობის ვერცხლის (I) ოქსიდის ამიაკურ ხსნარში ეთილენისა და აცეტილენისგან შემდგარი ნარევის გატარებისას აირის ნარევის მოცულობა (ნ.პ.) 60%-ით მცირდება. განსაზღვრეთ აირების მოლური თანაფარდობა.  $[v(C_2H_4): v(C_2H_2)]$ .

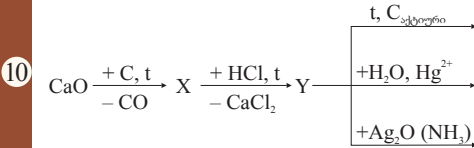
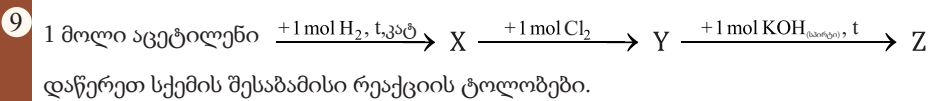
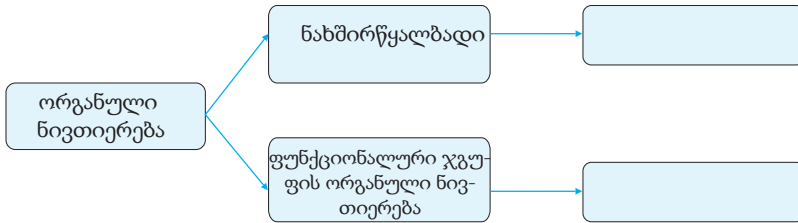
7 განასხვავეთ რეაქციები ცხრილის მიხედვით

რეაქციის პროდუქტი	
განიცდის პოლიმერიზაციას	არ განიცდის პოლიმერიზაციას

- I. 1 მოლი აცეტილენი + 1 მოლი ქლორწყალბადი  $\longrightarrow$   
 II. 1 მოლი ვინილაცეტილენი + 1 მოლი ქლორწყალბადი  $\longrightarrow$   
 III. 1 მოლი აცეტილენი + 1 მოლი ბრომი  $\longrightarrow$   
 IV. 1 მოლი აცეტილენი + 1 მოლი წყალბადი  $\xrightarrow{t}$



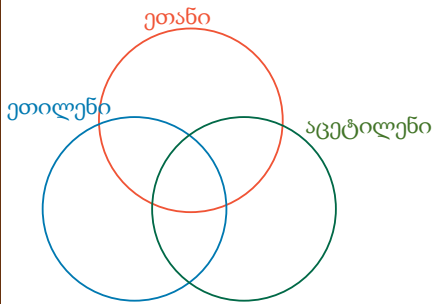
X, Y, Z, A და B ნივთიერებები განასხვავეთ ქვემოთ მოცემული სქემის მიხედვით.



დაწერეთ სქემის შესაბამისი რეაქციის ტოლობები.

11 შემოგვთავაზეთ ხერხი მეთანდან ქლოროპრენის კაუჩუკის მისაღებად.

12 ეთანის, ეთილენის და აცეტილენის ქიმიური თვისებების შედარებით აღნიშნეთ შესაბამისი განმარტებები ქვემოთ მოცემულ ვენის დიაგრამაზე.



1. ნაჯერი ნერთია
2. დაჟანგვით წარმოიქმნება ორატომიანი სპირტი
3. შედის სპილენძის (I) ქლორიდის ამიაკურ ხსნართან რეაქციაში
4. აუფერულებს ბრომიან წყალს
5. 1 მოლის დაწვით მიიღება 2 მოლი  $\text{CO}_2$
6. წყალთან რეაქციით მიიღება მმარალდეჰიდი
7. შედის ჩანაცვლების რეაქციაში



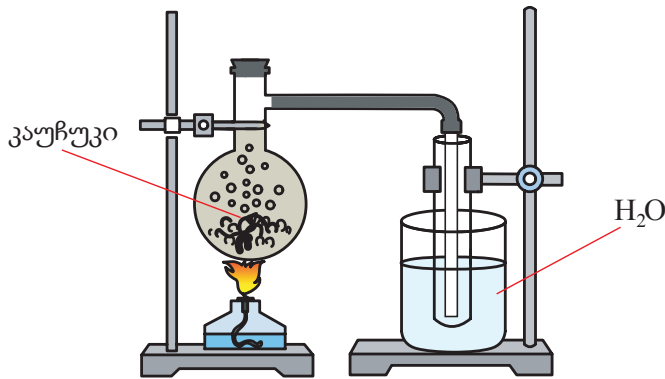
**პრაქტიკული სამუშაო №2**

**კაუჩუკისა და რეზინის ქიმიური უმჯობესობის შესწავლა**

**რეაქტივები და მოწყობილობები:** კაუჩუკი, რეზინი, ბრომიანი წყალი, კალიუმპერმანგანატის ხსნარი, მრგვალიძირიანი კოლბა, ქიმიური ჭიქა, საცობი, შტატივი, სპირტქურა, სინჯარები, ფილტრის ქაღალდი.

**ცდა 1.** ქიმიური ჭიქებიდან ერთში მოთავსეთ კაუჩუკის, მეორეში კი რეზინის ნაჭრები. ორივე ჭიქას დაამატეთ ბენზინი და შეინახეთ. გამოიტანეთ დასკვნა ამ ნივთიერებების გამხსნელების წინააღმდეგ დამოკიდებულების შესახებ. გარკვეული დროის შემდეგ ჭიქას, რომელშიც მოთავსებულია კაუჩუკი დაამატეთ ბრომიანი წყალი ან კალიუმპერმანგანატის ხსნარი და შეინახეთ. ახსენით ნანახი ცვლილებები.

**ცდა 2.** ააწყეთ სურათზე მოცემული ხელსაწყო.



შტატივზე დამაგრებულ კოლბაში დაამატეთ რამდენიმე ნაჭერი კაუჩუკი. დაამაგრეთ სინჯარა საცობით და აირგამყვანი მილის ბოლო ჩაუშვით სინჯარაში, რომელიც მოთავსებულია ცივ წყლიან ჭიქაში.

ფრთხილად გააცხელეთ კოლბა და დააკვირდით სინჯარაში ორთქლის კონდენსაციას. სინჯარაში დაგროვილ სითხეს დაამატეთ ბრომიანი წყალი ან კალიუმპერმანგანატის ხსნარი და შეინახეთ ნარევი.

*ახსენით მყარი ნივთიერების გაცხელებით სინჯარაში სითხის დაგროვების მიზეზი.*

*უცვლის თუ არა სინჯარაში დაგროვილი სითხე ფერს ბრომიან წყალს ან კალიუმპერმანგანატის ხსნარს?*



# IV ბანყოფილება

## ციკლური ნახშირწყალბადები

- თემა 4.1. ციკლოალკანების ჰომოლოგიური რიგი, სტრუქტურული ფორმულები და მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა.
- თემა 4.2. ციკლოალკანების დასახელება და იზომერია
- თემა 4.3. ციკლოალკანების მიღება და ფიზიკური თვისებები
- თემა 4.4. ციკლოალკანების ქიმიური თვისებები
- თემა 4.5. არომატული ნახშირწყალბადები ბენზოლის მოლეკულის სივრცითი აღნაგობა
- თემა 4.6. არენების ჰომოლოგიური რიგი, დასახელება და იზომერია
- თემა 4.7. არენების მიღება და ფიზიკური თვისებები
- თემა 4.8. არენების ქიმიური თვისებები
- თემა 4.9. სტიროლი

პრაქტიკული სამუშაო №3: ბენზოლის მიღება და თვისებები



## თემა 4.1. ციკლოალკანების ჰომოლოგიური რიგი, სტრუქტურული ფორმულები და მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა.

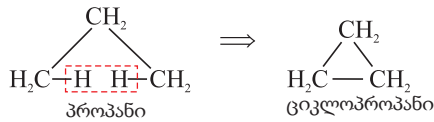


ალკანებისაგან განსხვავებით ციკლოალკანების პირველი წარმომადგენლის მოლეკულაში არის სამი ნახშირბადატომი და მიუხედავად ნახშირბადატომების  $sp^3$  ჰიბრიდული მდგომარეობისა, ჰიბრიდულ ორბიტალებს შორის კუთხე  $109^{\circ}28'$  არ არის.

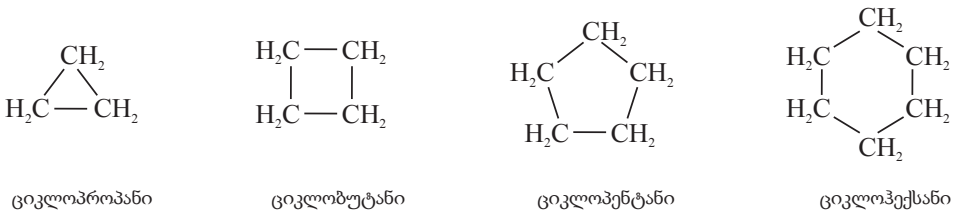
*რატომ ახასიათებს ციკლოალკანების პირველ წარმომადგენელს მოლეკულაში სამი ნახშირბადატომი?*

*როგორ შეიძლება აიხსნას ციკლოალკანებში ვალენტური კუთხის  $109^{\circ}28'$ -ზე განსხვავება?*

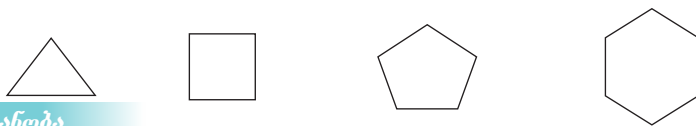
საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით  $C_nH_{2n}$  ( $n \geq 3$ ) ზოგადი ფორმულის მქონე ციკლურ ნახშირწყალბადებს ციკლოპარაფინები ან ციკლოალკანები ეწოდება. ალკანის მოლეკულაში არამოსაზღვრე ნახშირბადატომიდან წარმოსახვით ორი წყალბადატომის მოწყვეტისას, ნახშირბადატომები ერთმანეთთან ბმის წარმოქმნის ხარჯზე ციკლურ აღნაგობის ნახშირწყალბადებს წარმოქმნიან.



ე.ი. ალკანის მოლეკულაში მინიმუმ სამი ნახშირბადატომი უნდა იყოს, რომ წყალბადატომების მოწყვეტის დროს წარმოქმნას ციკლური ნახშირწყალბადი. ამის გამოც ციკლოალკანების პირველი წარმომადგენელი ციკლოპარაფინია. ქვემოთ მოცემულია ციკლოალკანების ჰომოლოგიური რიგის პირველი ოთხი წარმომადგენელი.

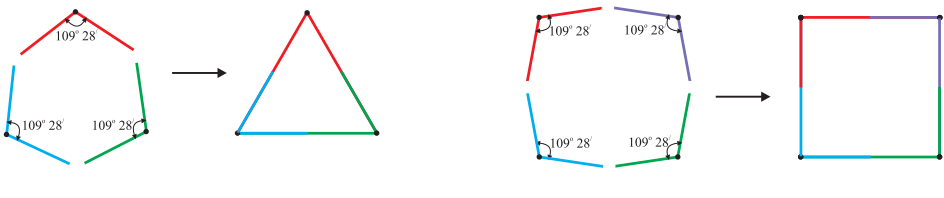


უმეტეს შემთხვევაში გამოიყენება გამარტივებული გრაფიკული ფორმულები:



### საქმიანობა

ქვემოთ მოცემული შემოზრუნების შედეგად მიიღება ტოლგერდა სამკუთხედი და კვადრატი.

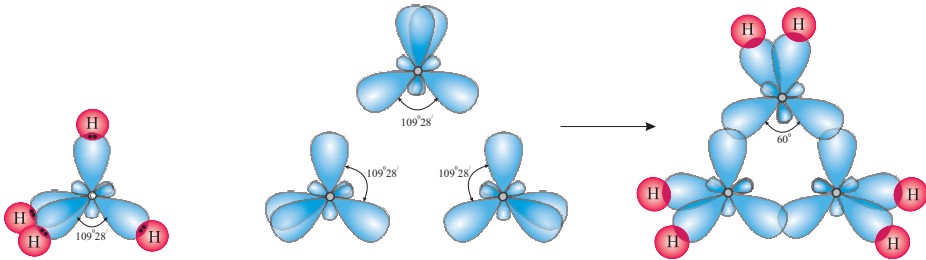


*რა მდენი ვრადუსია მიღებულ ფიგურებში კუთხეები?*

*რა მდენი ვრადუსით მცირდება კუთხე ამ შემობრუნების დროს?*

*რა კავშირი არსებობს მოცემულ შემობრუნებასა და ციკლოალკანების სივრცითი აღნაგობას შორის?*

დავაკვირდეთ ციკლოალკანების მოლეკულების სივრცით აღნაგობას ციკლოპროპანის მოლეკულის წარმოქმნის მაგალითზე. ციკლოალკანებში ნახშირბადატომები  $sp^3$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია. მოლეკულის წარმოქმნილი თითოეული ნახშირბადატომი 4 ცალ  $sp^3$  ჰიბრიდულ ორბიტალს წარმოქმნის. ამ ჰიბრიდული ორბიტალებიდან ორი იხარჯება წყალბადატომების, დანარჩენი ორი კი მოსაზღვრე ნახშირბადატომებთან ბმის წარმოსაქმნელად. ნახშირბადატომებს შორის ბმების წარმოქმნის დროს ჰიბრიდული ორბიტალების გადაფარვის შედეგად ბმის კუთხე მცირდება და ალკანის მოლეკულისაგან განსხვავებით  $109^{\circ}28'$  კი არა, არამედ  $60^{\circ}$  -ს აღწევს. ქვემოთ ნაჩვენებია მეთანისა და ციკლოპროპანის მოლეკულის წარმოქმნის შედარებითი სახის სქემა.



*მეთანის მოლეკულის წარმოქმნის დროს ყველა ბმის კუთხე აღწევს  $109^{\circ}28'$ .*

*ციკლოპროპანის მოლეკულის წარმოქმნის დროს ნახშირბადატომებს შორის ბმების წარმოქმნაზე დახარჯული ჰიბრიდული ორბიტალების გადაფარვის შედეგად ბმის კუთხე მცირდება და  $60^{\circ}$  აღწევს.*

იგივე მდგომარეობა შეიმჩნევა სხვა ციკლოალკანის მოლეკულის წარმოქმნის დროს და ბმის კუთხე განსხვავებული  $109^{\circ}28'$  -გან. მაგალითად, ციკლოალკანის მოლეკულაში ბმის კუთხე  $90^{\circ}$ -ია. ქვემოთ მოცემულია ციკლოპროპანის და ციკლობუტანის მოლეკულის მიერ ბურთულდროვანი მოდელები.

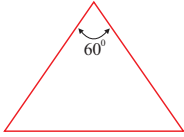


*ციკლოპროპანის მოლეკულის ბურთულდროვანი მოდელი*

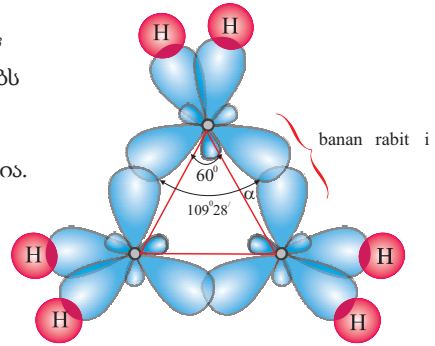
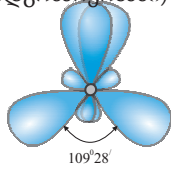
*ციკლობუტანის მოლეკულის ბურთულდროვანი მოდელი.*

ციკლოალკანის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ბმის წარმოქმნილი ჰიბრიდული ორბიტალები ალკანებთან შედარებით დაძაბულ (“ძაბვა”) მდგომარეობაშია (ამ ბმას ზოგჯერ “ბანანის” ბმაც უწოდებენ). ეს დაძაბულობა ნახშირბადატომებს შორის არსებული სავალენტო კუთხის ნორმალური მდგომარეობიდან ( $109^{\circ}28'$ ) გამოვარდნის მატებით იზრდება. ამ გამოვარდნას კუთხის დაძაბულობა (ბაიერის დაძაბულობა) ეწოდება. კუთხური დაძაბულობა გამოვთვალეთ ციკლოპროპანის მოლეკულის მაგალითზე.

ციკლოპროპანის მოლეკულაში სავალენტო კუთხე 60°-ია.



ნახშირბადატომებს  $sp^3$  ჰიბრიდულ ორბიტალებს შორის სავალენტო კუთხე (ნორმალურ მდგომარეობაში)  $109^{\circ}28'$ -ია.

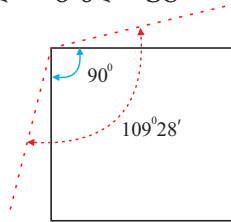


ჰიბრიდული ორბიტალების დაძაბულობის ხარჯზე ვალენტობის კუთხე  $109^{\circ}28'$ -დან  $60^{\circ}$ -მდე მცირდება.

ციკლოპროპანის მოლეკულაში კუთხური დაძაბულობა შეიძლება გამოვთვალოთ ქვემოთ მოცემული სახით:

$$\alpha = \frac{109^{\circ}28' - 60^{\circ}}{2} = 24^{\circ}44'$$

იგივე წესით შეიძლება გამოვთვალოთ ციკლოპროპანის მოლეკულაში კუთხური დაძაბულობა.



$$\alpha = \frac{109^{\circ}28' - 90^{\circ}}{2} = 9^{\circ}44'$$

როგორც ხედავთ, ციკლის ზომის მატებასთან ერთად მცირდება კუთხური დაძაბულობა.



**რა ისწავლეთ?**

..... ზოგადი ფორმულის მქონე ნაკვეთი აღნაგობის ნაშირწყალბადებს ციკლოალკანები ეწოდება. ციკლოალკანებში ნახშირბადის ატომები რადგან ..... მდგომარეობაშია, სავალენტო კუთხე  $109^{\circ}28'$ -საგან განსხვავებით ..... თან არის დაკავშირებული.

ციკლოპროპანის მოლეკულაში ოთხი ..... , რვა ..... , თექვსმეტი ..... არის ციკლოალკანებში ყველა ატომი ერთმანეთთან მხოლოდ ..... -ით არის დაკავშირებული.

კუთხური დაძაბულობა; პოლარულ-კოვალენტური ბმა; არაპოლარული კოვალენტური ბმა;  $sp^3$  ჰიბრიდული ორბიტალი; თ-ბმა;  $C_nH_{2n}$ ;  $sp^3$  ჰიბრიდი



**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

1 რომელი ნივთიერებების მოლეკულაში მყოფი წყალბადატომების რაოდენობა ტოლია?

1. ბუტანი 2. ციკლოპროპანი 3. ბუტენ-2 4. ციკლოპენტანი  
 ა) 1, 2 ბ) 3, 4 გ) 1, 3 დ) 2, 4 ე) 1, 4

2 დაალაგეთ ნივთიერებები მოლეკულაში  $\sigma$  ბმების ზრდის თანმიმდევრობით.

1. პროპენი 2. პროპანი 3. ციკლოპროპანი

3 ციკლობუტანის მოლეკულაში ციკლოპროპანის მოლეკულასთან შედარებით რატომა უფრო ნაკლები კუთხური დამაბულობა?

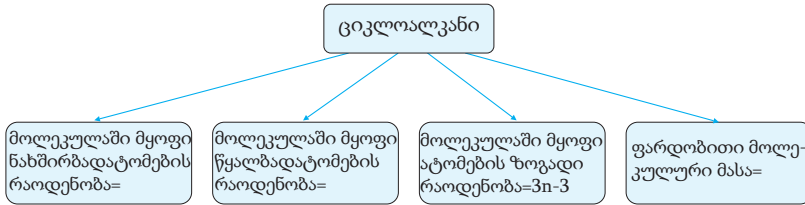
- 4 პროპანი და ციკლოპროპანი ერთმანეთისაგან განსხვავდება:
1. ნახშირბადატომების ჰიბრიდული მდგომარეობის მიხედვით.
  2. მოლეკულაში მყოფი C-C ბმების რაოდენობის მიხედვით
  3. მხოლოდ მოლეკულაში მყოფი წყალბადატომების რაოდენობის მიხედვით
- ა) მხოლოდ 1    ბ) მხოლოდ 2    გ) მხოლოდ 3    დ) 1, 2    ე) 2, 3

5 გამოთვალეთ მოლეკულაში  $O^{44}$  კუთხური დამბულობის მქონე ციკლოალკანის ვალენტური კუთხე.

ნივთიერება	მოლეკულაში წყალბადატომების რაოდენობა	ბმების რაოდენობა	
		პოლარული	არაპოლარული
ციკლოალკანი	$a$	8	$y$
ალკანი	$a$	$x$	2

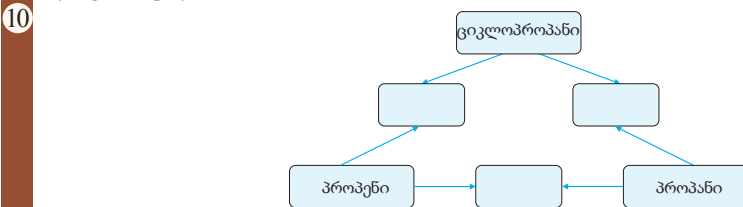
გამოთვალეთ  $x+y$  ჯამი

7 შეავსეთ სქემა.



8 ციკლობუტანის მოლეკულაში ბმების წარმოქმნაში მონაწილე ორბიტალები დაყავით 2 ჯგუფად: ჰიბრიდებად და არაჰიბრიდებად და განსაზღვრეთ რაოდენობა. ამ ორბიტალების რაოდენობა შეადარეთ ბუტანისა და ბუტენ-2-ის მოლეკულებში ბმების წარმოქმნისათვის დახარჯული ჰიბრიდული და არაჰიბრიდული ბმების რაოდენობასთან.

9 იცით, რომ ალკანის მოლეკულაში არამოსაზღვრე ნახშირბადატომებიდან წარმოსახვითი ორი წყალბადატომის მოწყვეტისას ნახშირბადატომების ერთმანეთთან ბმის წარმოქმნის ხარჯზე წარმოიქმნება ციკლური აღნაგობის ნახშირწყალბადები. შედაგინეთ ბუტანის მოლეკულაში მყოფი პირველი და მესამე ნახშირბადატომებიდან წყალბადატომების მოწყვეტის შედეგად წარმოქმნილი ციკლოალკანის სტრუქტურული ფორმულა.



შეავსეთ სქემა ქვემოთ მოცემული განმარტებების გამოყენებით

1. მოლეკულაში არის 12 ჰიბრიდული ორბიტალი
2. მოლეკულაში სულ არის 9 ატომი
3. მოლეკულა მხოლოდ  $\sigma$ -ბმების ხარჯზე წარმოიქმნება
4. ღია ჯაჭვიანია

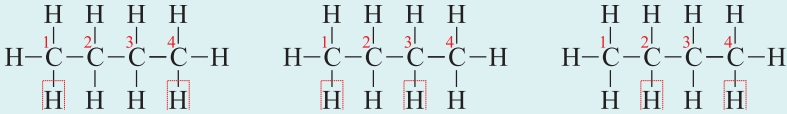
11 შეადარეთ ციკლოპროპანისა და ციკლობუტანის მოლეკულების სივრცითი აღნაგობები და განმარტეთ ციკლში ბმის კუთხეების განსხვავების მიზეზი.

12 რატომ არის, რომ პროპანის მოლეკულისაგან განსხვავებით ციკლოპროპანის მოლეკულას ახასიათებს ბმა „ბანანი“?

## თემა 4.2. ციკლოალკანების დასახელება და იზომერია



იცით, რომ ალკანის მოლეკულაში არამოსაზღვრე ნახშირბადატომებიდან წარმოსახვით ორ წყალბადატომის მოწყვეტისას, ნახშირბადატომების ერთმანეთთან ბმის წარმოქმნის ხარჯზე წარმოიქმნება ციკლური ალნაგობის ნახშირწყალბადები. მაგალითად, პროპანის მოლეკულაში მყოფი პირველი და მესამე ნახშირბადატომებიდან, რომ მოწყვეტით წყალბადატომები, ნახშირბადატომები ერთმანეთს უერთდებიან და მიიღება ციკლოალკანი. ბუტანის მოლეკულაში კი არამოსაზღვრე ნახშირბადატომებიდან შეიძლება სხვადასხვანაირი წყალბადატომების მოწყვეტა. მაგალითად



მიღებული ციკლოალკანებიდან რომლები ერთნაირი, რომლები კი განსხვავებული ნივთიერებებია?

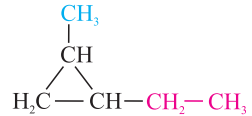
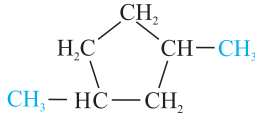
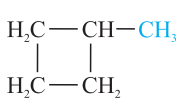
რომელი მხვაგისი თვისებები აქვთ განსხვავებულ ციკლოალკანებს?

### დასახელება



#### საქმიანობა

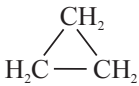
ქვემოთ მოცემულია განტოტვილი ალნაგობის ციკლოალკანები და მათი საერთაშორისო ნომენკლატურით დასახელება.



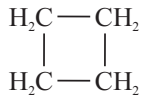
მეთილციკლობუტანი 1,3-დიმეთილციკლოპენტანი 1-მეთილ-2-ეთილციკლოპროპანი

შეადგინეთ ალგორითმი ციკლოალკანების საერთაშორისო ნომენკლატურით დასახელებისათვის.

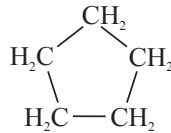
საერთაშორისო ნომენკლატურით განტოტველი ალნაგობის ციკლოალკანების დასახელებისას ერთნაირი რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკანის სახელწოდებას თავსართი ციკლო ემატება: მაგალითად



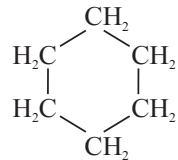
ციკლოპროპანი



ციკლობუტანი

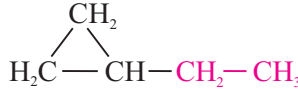
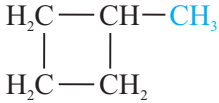


ციკლოპენტანი



ციკლოჰექსანი

ციკლში ერთი რადიკალის (ჩამნაცვლებელი) მქონე ციკლოალკანების დასახელებისას, ციკლის წარმოქმნელი ნახშირბადატომები ძირითად ჯაჭვად ითვლება. პირველად დასახელება რადიკალი, შემდეგ კი ციკლის სახელი.

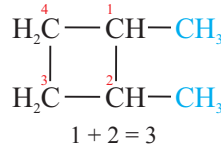
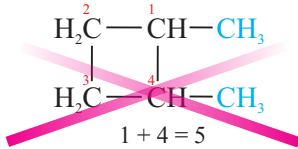


მეთილციკლობუტანი

ეთილციკლოპროპანი

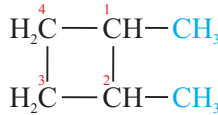
ციკლში რამდენიმე რადიკალის (ჩამნაცვლებელი) მქონე ციკლოალკანების დასახელება ხდება ქვემოთ მოცემული თანმიმდევრობით.

1. იწოდება ციკლში მყოფი ნახშირბადატომები. ამ დროს, ისე უნდა დაენომროთ, რომ რადიკალების მიერთებული ნახშირბადატომების ჯამი იყოს მცირე. მაგალითად,



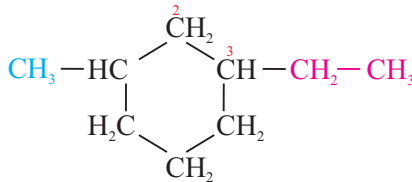
*სწორეაა დაწოდება მთელი შემთხვევაში. ვინაიდან ამ შემთხვევაში რადიკალებით ჩანაცვლებული ნახშირბადატომების რიცხვების ჯამი უფრო მცირეა.*

2. სახელწოდების დასაწყისში ციფრებით მიუთითებენ, თუ რომელ ნახშირბადატომთან იმყოფება რადიკალი, ციფრებით აღნიშნავენ თითოეულ მათგანს, შემდეგ კი ასახელებენ ძირითად ჯაჭვს.



1,2-დიმეთილციკლობუტანი

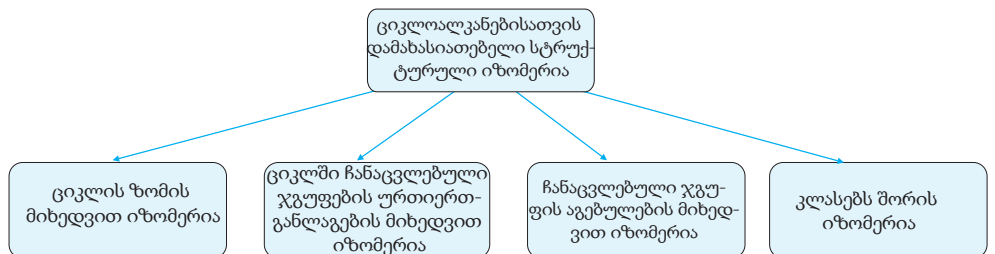
თუ ციკლში არის განსხვავებული რადიკალები, მაშინ დანომრას იწყებენ იმ ნახშირბადატომიდან, რომელთანაც უფრო დაბალმოლეკულური რადიკალია. ამ ციკლოალკანების დასახელებისას რადიკალები იკითხება მარტივი აგებულებიდან რთული მიმართულებით.



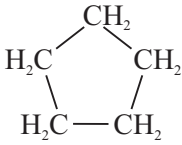
1-მეთილ-3-ეთილციკლოპროპანი

**იზომერია**

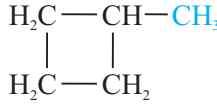
ციკლოალკანებს ახასიათებს **სტრუქტურული და გეომეტრიული** იზომერია. მათთვის დამახასიათებელია სტრუქტურული იზომერიის ქვემოთ მოცემული ფორმები.



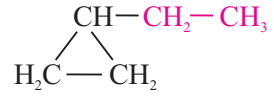
ციკლის ზომის მიხედვით იზომერია:



ციკლოპენტანი

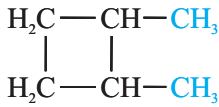


მეთილციკლობუტანი

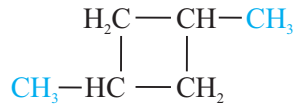


ეთილციკლოპროპანი

ციკლში ჩამსაცლების მდგომარეობის მიხედვით იზომერია:

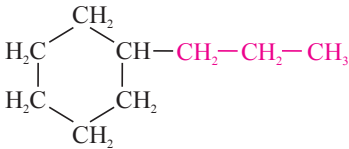


1,2-დიმეთილციკლობუტანი

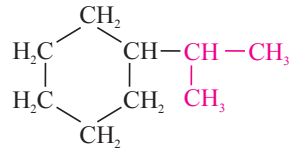


1,3-დიმეთილციკლობუტანი

ჩანაცვლებული ჯგუფის აგებულების მიხედვით იზომერია.

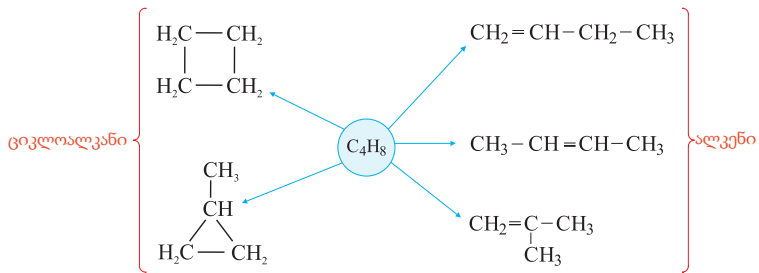


პროპილციკლოპენტანი



იზოპროპილციკლოპენტანი

კლასებს შორის იზომერია. ერთი და იგივე რაოდენობის ნახშირბადატომების მქონე ციკლოალკანები ალკენებთან კლასებს შორის იზომერებია. მაგალითად, ქვემოთ მოცემული ციკლოალკანებსა და ალკენებს აქვთ  $C_4H_8$  შედგენილობა.



## 6 იმუში

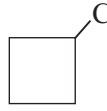
დაწერეთ  $C_5H_{10}$  შედგენილობის ციკლოალკანების სტრუქტურული ფორმულები.

1. თავდაპირველად დაწეროთ განუტოტველი აღნაგობის ციკლოალკანების ფორმულა

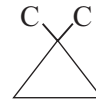
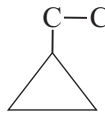
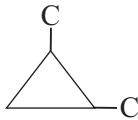




2. შემდეგ კი ნახშირბადატომებიდან ოთხი შევავერთოთ რგოლის სახით, ერთი კი ჩავწერთ განტოტვილი სახით

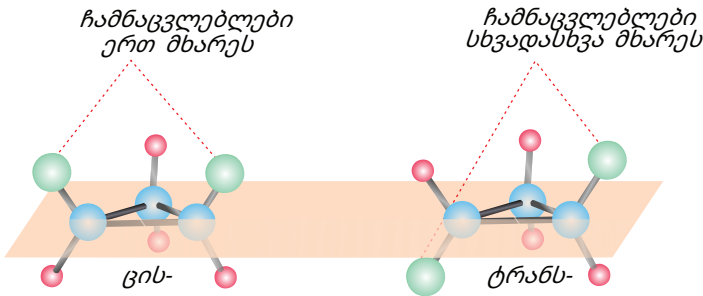


3. შემდეგ კი ნახშირბადატომებიდან სამი შევავერთოთ რგოლის სახით, ორი კი შესაძლო ვარიანტებით ჩავწერთ განტოტვილი სახით.

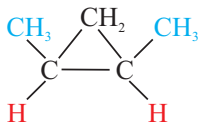


როგორც ხედავთ  $C_3H_{10}$  შედგენილობის 5 ციკლოალკანი არის.

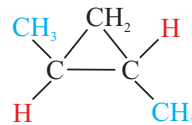
როგორც იყო ალკენებში, ციკლოალკენებშიც შესაძლებელია გეომეტრიული იზომერია. ასე, რომ ციკლში მყოფი ნახშირბადატომების C-C ბმის გარშემო თავისუფალი ბრუნვა შესაძლო გეომეტრიული იზომერიის წარმოქმნის მიზეზი ხდება. ამ დროს, თუ ჩამნაცვლებლები ციკლის მოთავსებული სიბრტყის ერთ მხარეს იქნებიან *ცის*-, ხოლო თუ სხვადასხვა მხარეს იქნებიან *ტრანს*-ფორმა წარმოიქმნება.



მაგალითად, 1,2-დიმეთილციკლოპროპანის მოლეკულაში  $CH_3$ -ჯგუფების სიბრტყეში ირგვლივ მდებარეობის მიხედვით არის *ცის*- და *ტრანს*- იზომერია.



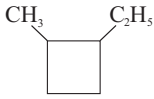
*ცის*-1,2 დიმეთილციკლოპროპანი



*ტრანს*-1,2-დიმეთილციკლოპროპანი.

თუ ციკლში რადიკალები არის ერთსა და იმავე ნახშირბადატომთან, მაშინ ეს ნაერთები წარმოქმნიან გეომეტრიულ იზომერიას.

**რა ისწავლეთ?**



ნაერთის ..... საფუძველზე სახელწოდება 1-მეთილ-2-ეთილციკლობუტანია.

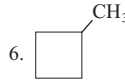
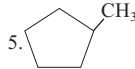
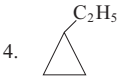
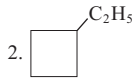
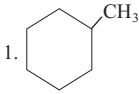
ბუტენ-1 ციკლოპენტანის ..... ია.

1,1-დიმეთილციკლოპენტანისაგან განსხვავებით 1,3-დიმეთილციკლოპენტანში ..... არსებობს.

გეომეტრიული იზომერია; კლასებს შორის იზომერია; საერთაშორისო იზომერია.

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

1 შეარჩიეთ ციკლოპენტანის იზომერები.



2 დაადგინეთ მოლეკულაში 5 ნახშირბადატომის მქონე ციკლოალკანი.

1. მეთილციკლობუტანი 2. მეთილციკლოპენტანი 3. 1,2-დიმეთილციკლოპროპანი 4. ეთილციკლობუტანი

ა) 1, 2    ბ) 3, 4    გ) 1, 4    დ) 2, 3    ე) 1, 3

3 ბუტანი, ციკლობუტანი და ბუტენ-2 ნივთიერებებიდან რომლებია იზომერები? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.

4 1,3,4-ტრიმეთილციკლოპენტანის სახელწოდების ციკლოალკანი არ არსებობს. ახსენით მიზეზი.

5 1,2-დიმეთილ-3-იზოპროპილციკლოპენტანის მოლეკულაში მესამეული ნახშირბადატომები საერთო ნახშირბადატომების რამდენ პროცენტს შეადგენს?

6 დაადგინეთ ეთილციკლობუტანის მოლეკულაში ციკლის მესამე ნახშირბადატომთან მყოფი ერთი წყალბადატომის მეთილის რადიკალით ჩანაცვლების შედეგად მიღებული ციკლოალკანის სახელწოდება საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით

7 განასხვავეთ ნივთიერებები ცხრილის მიხედვით.

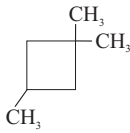
1-მეთილ-2-პროპილციკლობუტანის სტრუქტურული იზომერები.			
ციკლის ზომის მიხედვით	ციკლში ჩამნაცვლებლის მდგომარეობის მიხედვით	ჩამნაცვლებლის სტრუქტურის მიხედვით	კლასებს შორის

1. 1-მეთილ-2-პროპილციკლობუტანი    2. 2,5-დიმეთილჰექსენ-3  
3. ეთილციკლოპენტანი    4. 1-მეთილ-3-პროპილციკლობუტანი

8 განსაზღვრეთ 1-მეთილ-3-იზოპროპილციკლობუტანის მოლეკულაში მყოფი მეთილისა და მეთილის ჯგუფების რაოდენობა.

9 დაწერეთ  $C_5H_{10}$  შედგენილობის და მოლეკულაში სამი მეორეული ნახშირბადატომის მქონე ციკლოალკანის სტრუქტურული ფორმულა და დაასახელეთ ეს ნივთიერებები საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით.

10 შეავსეთ ცხრილი.

ციკლოალკანი	სახელწოდება
	
	1-მეთილ-3-იზოპროპილციკლოპროპენი

11 1,1,2-ტრიმეთილციკლოპროპანისაგან განსხვავებით 1,2-დიმეთილციკლოპროპანი ცის- და ტრანს- იზომერებს წარმოქმნის. ახსენით მიზეზი.

12 დაწერეთ ორი მეთილციკლოპროპანის მოლეკულის ციკლში მყოფი მეორე და მესამე ნახშირბადატომებს შორის არსებული ბმების გაწყვეტის შედეგად წარმოქმნილი რადიკალების შეერთებით მიღებული ციკლოალკანის სტრუქტურა და დაასახელეთ საერთაშორისო მეთოდით.

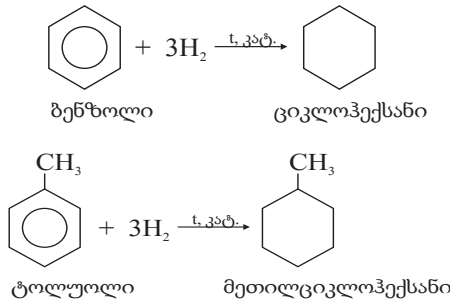
## თემა 4.3. ციკლოალკანების მიღება და ფიზიკური თვისებები



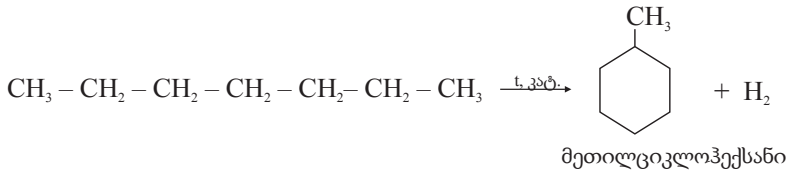
ბაქოს ნავთი ვ.მარკოვნიკოვი ნავთენური ნახშირწყალბადები (ნავთენები) დაადგინეთ კავშირი მოცემულ განმარტებებს შორის.

### მიღება

ნავთობის შედგენილობაში შედის ციკლოპენტანი, ციკლოჰექსანი და მათი ალკილ-ჩანაცვლებული ჰომოლოგები. მრეწველობაში ნავთობის დისტილიზაციით შესაძლებელია ციკლოალკანების მიღება. ციკლოჰექსანი და მისი ალკილჩანაცვლებული წარმოებულები მრეწველობაში მიიღება ბენზოლისა და მისი ჰომოლოგების კატალიზური ჰიდრირებით.

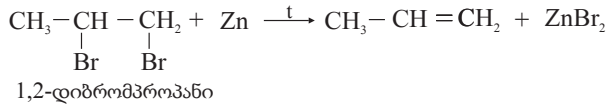


ძირითად ჯაჭვში ხუთი ან უფრო მეტი ნახშირბადატომის მქონე ალკანების კატალიზატორის თანაობისაგან განსხვავებითაც წარმოიქმნება ციკლოალკანები:

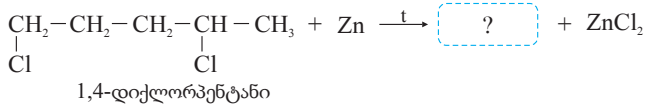
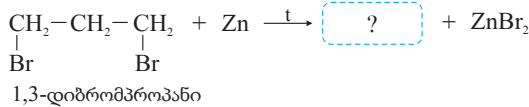


**საკმიანობა**

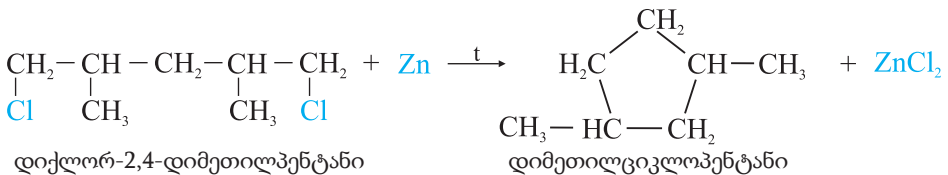
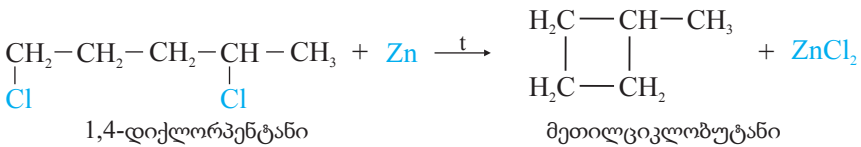
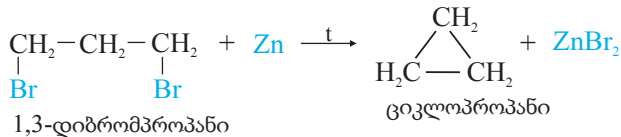
ალკანების დიჰალოგენწარმოებულებზე, რომელშიც ჰალოგენის ატომები მოსაზღვრე ნახშირბადატომებთანაა ჩანაცვლებული, თუთიით ზემოქმედების შედეგად მიიღება ალკენები.



რომელი ნაერთები მიიღება თქვენი აზრით ალკანების ჰალოგენწარმოებულებზე, თუ ჰალოგენის ატომები ჩანაცვლებულია არამოსაზღვრე ნახშირბადატომებთან (მაგალითად, 1,3-დიბრომპროპანი, 1,4-დიქლორპენტანი და სხვ.) თუთიით ზემოქმედების შედეგად.




**ლაბორატორიაში** ალკანების დიჰალოგენწარმოებულებზე, სადაც ჰალოგენის ატომები არ არის ერთსა და იმავე და მოსაზღვრე ნახშირბადატომებთან ჩანაცვლებული, თუთიით და ნატრიუმით ზემოქმედების შედეგად მიიღება შესაბამისი ციკლოალკანები.



როგორც ხედავთ, ციკლოალკანების მიღებისათვის ჰალოგენის ატომებს ერთმანეთი-საგან უნდა ყოფდეს ერთი ან რამოდენიმე ნახშირბადატომი.

**ფიზიკური თვისებები**

ჩვეულებრივ პირობებში ციკლოპროპანი და ციკლობუტანი აირი, ციკლოპენტანი და ციკლოჰექსანი კი სითხეებია. უმაღლესი ციკლოალკანები (C<sub>12</sub>H<sub>24</sub>-დან დაწყებული) მყარ მდგომარეობაშია. ციკლოალკანების მოლეკული მასის ზრდასთან ერთად იზრდება დუდილის ტემპერატურა. ერთნაირი რაოდენობის ნახშირბადატომების მქონე ალკენებთან შედარებისას ციკლოალკანების დუდილის ტემპერატურა მაღალია. ციკლოალკანები პრაქტიკულად არ იხსნება წყალში და აქვს მომწამლავი თვისებები.

 **იცით თუ არა, რომ...**

ციკლოპროპანი მედიცინაში გამოყენებული იქნა, როგორც საანესთეზიო საშუალება (ნარკოზი).

 **რა ისწავლეთ?**

*ჩვეულებრივ პირობებში განუტოტველი აღნაგობის ციკლოალკანებიდან, რომელთა შედგენილობაში 3 და 4 ნახშირბადატომია ..... , 5 11 ნახშირბადატომების მქონენი ..... , 12 და უფრო მეტი ნახშირბადატომების მქონენი კი ..... მდგომარეობაშია.*

*ციკლოალკანების მისაღებად ..... საჭიროა თუთიით ზემოქმედება.*

*ციკლოჰექსანის ..... და ბენზოლის ..... რეაქციების დროს მიიღება.*

ჰიდრირება; მყარი; თხევადი; აირადი; ალკანების დიჰალოგენწარმოებულები; დეჰიდრირება.

 **შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- 1 ნივთიერებები დაალაგეთ დუდილის ტემპერატურის კლების თანმიმდევრობით.  
1. ციკლოპენტანი 2. ციკლობუტანი 3. ბუტანი  
ა) 1>2>3 ბ) 2>1>3 გ) 1>3>2 დ) 3>2>1 ე) 2>3>1
- 2 რომელ ნაერთზე თუთიის ზემოქმედებით მიიღება ციკლობუტანი?  
ა) 1,2-დიქლორბუტანი ბ) 1,3-დიქლორბუტანი გ) 1,4-დიქლორბუტანი  
დ) 1,5-დიქლორპენტანი ე) 1,4-დიქლორპენტანი
- 3 ციკლოპროპანსა და ციკლობუტანში ნახშირბადის მასიური წილი ერთნაირია. ახსენით მიზეზი:
- 4 რატომ არ მიიღება დიბრომბუტანის თუთიასთან რეაქციის შედეგად ციკლოალკანი?
- 5 დაადგინეთ ციკლოალკანის ფორმულა, თუ 10,8 გრ. დიბრომალკანის ზედმეტი რაოდენობის თუთიასთან რეაქციის შედეგად მიიღება 2,8 გრ. ციკლოალკანი.
- 6 2-მეთილბუტანის მოლეკულაში მყოფი პირველი და მესამე ნახშირბადატომებთან მიერთებული ჰალოგენის ატომებიდან ერთ-ერთი ჩაანაცვლეთ ბრომის ატომით და განსაზღვრეთ ნაერთის თუთიასთან ურთიერთმოქმედების შედეგად მიღებული რეაქციის პროდუქტი ციკლოალკანი.

7 ცხრილის მიხედვით ნივთიერებები განასხვავეთ Na-თან რეაქციის პროდუქტების საფუძველზე.

ნატრიუმთან რეაქციის პროდუქტი.		
ალკანი	ციკლოალკანი	ალკენი

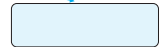
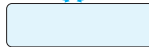
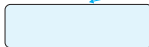
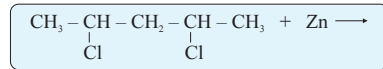
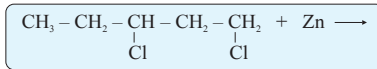
I. 1,2-დიქლორბუტანი

II. 2-ქლორპროპენი

III. 1,4-დიქლორბუტანი

IV. 1,3-დიქლორ-2-მეთილბუტანი

8



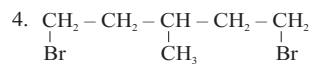
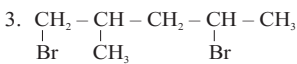
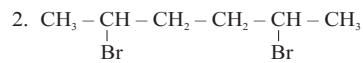
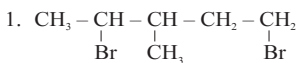
განმარტებები განასხვავეთ სქემის მიხედვით.

1. მიიღება ეთილციკლოპროპანი
2. მიიღება მოლეკულაში 2 მესამეული ნახშირბადატომის მქონე ციკლოალკანი
3. მიიღება მოლეკულაში 1 მეთილენის ჯგუფის მქონე ციკლოალკანი
4. მიიღება ციკლში 3 ნახშირბადატომის მქონე ციკლოალკანი

9 შეავსეთ ცხრილი.

ალკენების დიჰალოგენწარმოებულები	Zn-თან რეაქციის შედეგად მიღებული ციკლოალკანი	ციკლოალკანის საერთაშორისო სახელწოდება
$\text{CH}_3 - \underset{\text{Br}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{Br}}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$		
$\text{CH}_3 - \underset{\text{Br}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{Br}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$		

10 შეადგინეთ ნივთიერებების თუთიასთან რეაქციის განტოლებები და დაადგინეთ, რომელი რეაქციებიდან მიიღება ერთნაირი ციკლოალკანი.



11 რამდენი სხვადასხვა ციკლოალკანის მიღება შეიძლება C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>Br<sub>2</sub> შედგენილობის ნაერთების Zn -თან რეაქციის შედეგად? დაასაბუთეთ მოსაზრებები.

12 შემოგვთავაზეთ დივინილისაგან სამ ეტაპად ციკლოალკანის მიღების ხერხი.

## თემა 4.4. ციკლოალკანების ქიმიური თვისებები



აზერბაიჯანული ხალხური მუსიკის შესრულებისას თარი ფართოდ გამოყენებული ერთ-ერთი სიმებიანი მუსიკალური ინსტრუმენტია. თარს აქვს სხვადასხვა დიამეტრის 11 მეტალის სიმი და ამ სიმებიდან თითოეული მედიატორით შეხების დროს გარკვეულ ხმებს გამოსცემს. თარის ოსტატები და შემსრულებლები გარკვეული დროის განმავლობაში ერთ თარს არეგულირებენ. თარის დარეგულირებისათვის საჭიროა მისი ხმის საჭირო ტონალობაში ჩაყენება, სიმების ჰარმონიული შეწყობისათვის სიმების დაჭიმვა და მოშვება. მაგრამ შესრულების დროს იზრდება დაჭიმული სიმების გაწყვეტის ალბათობა.

*თქვენი აზრით, რატომ არის დაჭიმული სიმების გაწყვეტის ალბათობა უფრო მეტი სხვებთან შედარებით?*

*ამნაირი გაწყვეტა რომელი ციკლოალკანის მოლეკულაში მეოფი C – C ბმების გაწყვეტის შესაფასებ?*

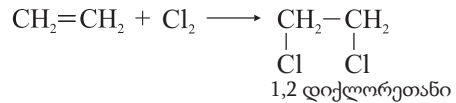
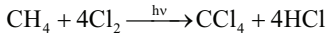
*რომელი თვისებების მიხედვით განსხვავდებიან ეს ციკლოალკანები სხვებისაგან?*

იცით, რომ პატარა ციკლის მქონე ციკლოალკანებს (ციკლოპროპანი და ციკლობუტანი) სხვა ციკლოალკანებთან (ციკლოპენტანი, ციკლოჰექსანი) შედარებით უფრო მეტი კუთხური დაძაბულობა აქვს. როდესაც კუთხური დაძაბულობა მეტია, მოლეკულაში ზმის წარმომქმნელი ორბიტალები უფრო „დაძაბულია“, მოლეკულის სიმტკიცე მცირდება, შედეგად ადვილად წყდება C-C ბმა და მიერთების რეაქციისუნარიანობა იზრდება.

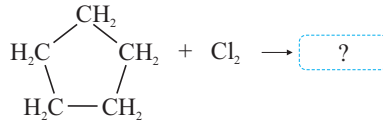
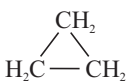


### საქმიანობა

ალკანები ჰალოგენებთან შედიან ჩანაცვლების რეაქციაში, ალკენები კი მიერთების რეაქციაში.

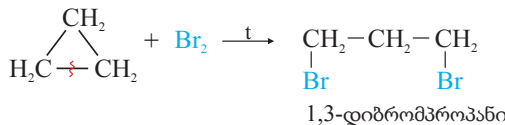


*თქვენი აზრით, ციკლოპროპანი და ციკლოჰექსანი ჰალოგენებთან რომელ რეაქციაში (ჩანაცვლების თუ მიერთების რეაქციაში) შედიან?*

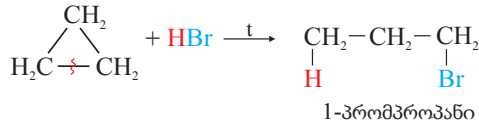


*ეს როგორ შეიძლება ახსნას მათი აღნაგობით?*

**მიერთების რეაქცია.** მცირე ციკლის მქონე ციკლოალკანები (ციკლოპროპანი, ციკლობუტანი) გაცხელების დროს (ციკლოალკანები ჩვეულებრივ პრიობებში აუფერულევენ ბრომიან წყალს) ალკენების მსგავსად ჰალოგენებთან და ჰალოგენწყალბადებთან შედიან მიერთების რეაქციაში. ეს დაკავშირებულია მათ მოლეკულაში ზმის ჩონჩხიდან „გადმოვარდნასთან.“

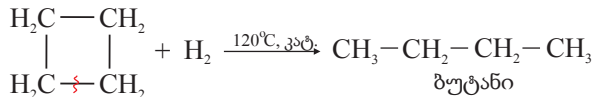
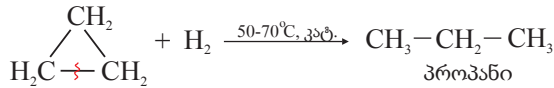




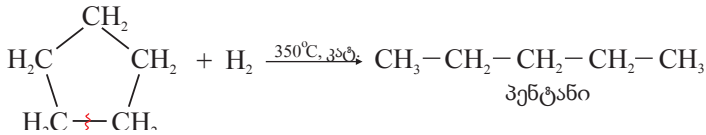


რადგან ციკლობუტანი ჰალოგენწყალბადებს ძნელად იერთებს, ციკლოპენტანი და სხვა ციკლოალკანები არ იერთებენ ჰალოგენწყალბადებს.

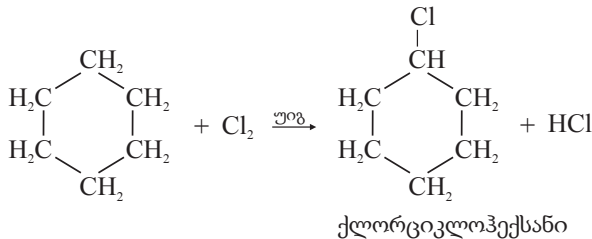
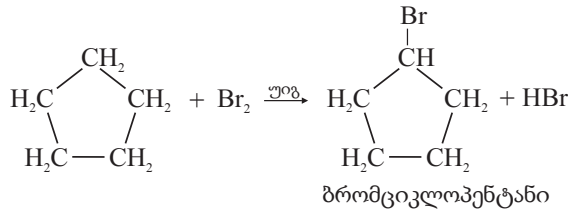
ციკლოალკანები კატალიზატორის თანაობისას ჰიდრირებით გარდაიქმნებიან შესაბამის ალკანებად.



დიდი ციკლის მქონე ციკლოალკანები (ციკლოპენტანი, ციკლოჰექსანი) ჰიდრირების რეაქციაში შედიან უფრო მაღალ ტემპერატურაზე.



**ჩანაცვლების რეაქციები.** დიდი ჯაჭვის მქონე ციკლოალკანები ალკანების მსგავსად ჰალოგენებთან შედიან ჩანაცვლების რეაქციებში. ეს დაკავშირებულია ციკლის ზომის ზრდის შედეგად კუთხური დაძაბულობის შემცირებასთან. რეაქცია მიმდინარეობს დასხივების შედეგად.

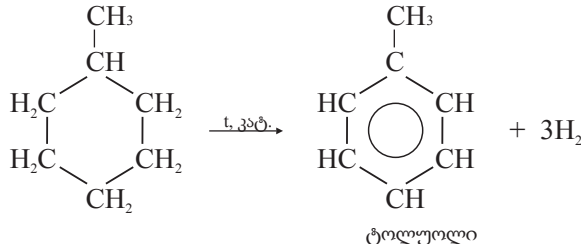
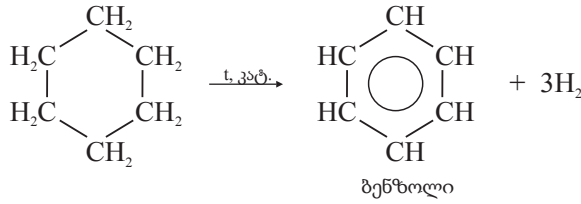


**დეჰიდრირების რეაქციები.** ზოგიერთი ციკლოალკანი შედის დეჰიდრირების რეაქციაში. მაგალითად, კატალიზატორის თანაობისას ციკლოჰექსანის დეჰიდრირებით მიიღება ბენზოლი, მეთილციკლოჰექსანის დეჰიდრირებით კი ტოლუოლი.

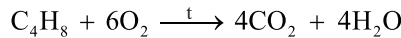
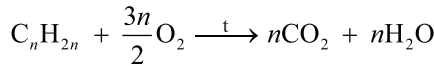


**ქიმიის როლი**

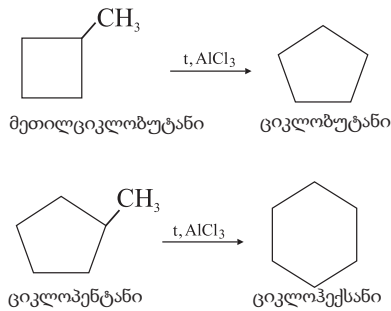
ციკლოჰექსანი როგორც გამხსნელი, ბენზოლისა და რიგი ორგანული ნივთიერებების მიღებისას ნედლეულის სახით ფართოდ გამოიყენება.



**წვის რეაქცია.** ციკლოალკანების სრული წვის შედეგად წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი და წყალი:



**იზომერაციის რეაქცია.** ციკლოალკანები ალუმინქლორიდის თანაობისას გაცხელებით განიცდიან იზომერაციას. იზომერაციის რეაქციები ძირითადად მიმდინარეობს ციკლის გაზრდით:



**რა ისწავლეთ?**

- დიდი ციკლის მქონე ციკლოალკანები ..... შექცირების ვაშო, ..... რეაქციებში ძნელად შედიან.
- დახნივების შედეგად ციკლოალკანების ბრლოთან რეაქცია ..... რეაქციაა.
- ციკლოპენტანის ..... მიიღება ბენზოლი.
- ..... რეაქციის დროს მეთილციკლოპროპანი შეიძლება ვარდაიქმნას ციკოპროპანად.

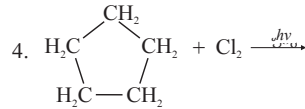
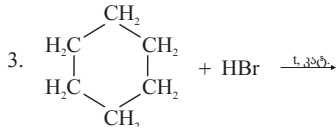
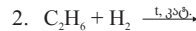
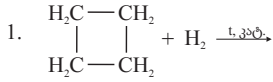
დეჰიდრირება; ჩანაცვლება; მიერთება; იზომერაცია; კუთხური დამაბულობა.



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

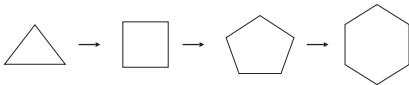
- 1 დაადგინეთ ციკლოალკანის HBr რეაქციის პროდუქტი.  
 ა) 1-ბრომპროპანი ბ) 2-ბრომპროპანი გ) 1,2-დიბრომპროპანი  
 დ) ბრომციკლოპროპანი ე) 1,3-დიბრომპროპანი

2 რომელი რეაქციები არ მიმდინარეობს?



- ა) 1, 2      ბ) 3, 4      გ) 1, 4      დ) 2, 3      ე) 1, 3

3



მოცემული მიმართულებით ციკლოალკანების ჰალოგენებთან მიერთების რეაქციაში შესვლა რთულდება, ჩანაცვლების რეაქციაში შესვლა კი ადვილდება. ახსენით ამის მიზეზი.

4

- პენტენ-1 და ციკლოპენტანისათვის განსხვავებულია:  
 1. ჩვეულებრივ პირობებში აგრეგატული მდგომარეობები  
 2. ბრომიანი წყალის გაუფერულება  
 3. ჰიდრირების პროდუქტები  
 4. მოლეკულაში მყოფი მეორეული ნახშირბადატომების რაოდენობა.  
 5. წვის პროდუქტები

5

ნივთიერება	1 მოლის სრული წვის შედეგად მიღებული წყლის მასა, გრ.
ციკლოალკანი	108

განსაზღვრეთ ციკლოალკანის მოლეკულაში მყოფი ნახშირბადატომების რაოდენობა.

6

- პროპენისა და ციკლოპროპანისაგან შემდგარი 44,8 ლიტრა (ნ.პ.) აირის ნარევის ნელ-ნელა გატარებით ბრომიან წყალში ხსნარის მასა 8,4 გრ-ით იზრდება. გამოთვალეთ პირველადი აირის ნარევი ციკლოპროპანის მოცულობითი წილი: (%-ით).  
 ა) 50      ბ) 60      გ) 80      დ) 40      ე) 90

7

განასხვავეთ რეაქციები ცხრილის მიხედვით.

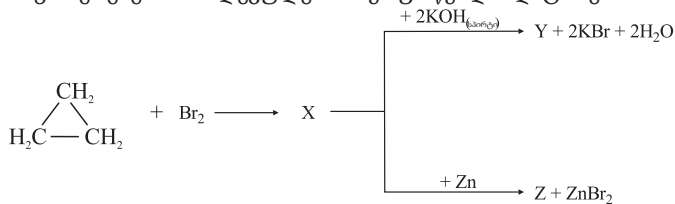
მიერთების რეაქციები	ჩანაცვლების რეაქციები

1. ციკლოპროპანი+წყალბადი  $\xrightarrow{\text{t, კატ.}}$       2. ციკლოპექსანი+ბრომი  $\xrightarrow{\text{t}}$   
 3. ციკლოპროპანი+ბრომწყალბადი  $\xrightarrow{\text{t}}$       4. ციკლოპენტანი+ქლორი  $\xrightarrow{\text{t}}$

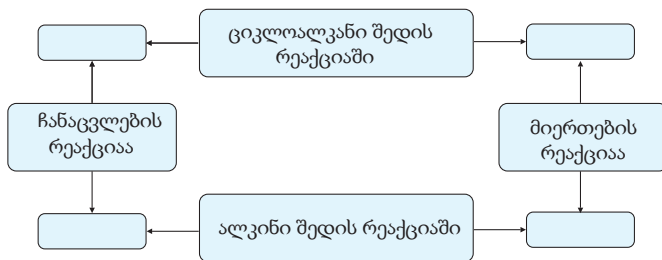
8 განსაზღვრეთ ნივთიერებებისათვის სწორი (+) და მცდარი (-) განმარტებები.

	ციკლოპროპანი	ციკლოპექსანი
1. შედის იზომერაციის რეაქციებში.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. HBr -თან რეაქციის პროდუქტი ალკანის მონობრომწარმოებელია.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. შედის რეაქციაში HBr-თან.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. გამოიყენება ბენზოლის მიღების დროს	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. H <sub>2</sub> -თან შედის მიერთების რეაქციაში.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9 დაწერეთ სქემის შესაბამისი რეაქციის განტოლებები. განსაზღვრეთ X, Y და Z ნივთიერებების მოლეკულაში მყოფი წყალბადატომების რაოდენობა.




10 ცარიელი უჯრები შეავსეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობების დაწერით.



11 რომელი ალკანების ნარევი მიიღება მეთილციკლოპროპანის ჰიდრირებით? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.

12 შემოგვთავაზეთ ხერხი ციკლოპროპანიდან ორ ეტაპზე პექსანის მიღებისა და დაწერეთ შესაბამისი რეაქციის განტოლებები.


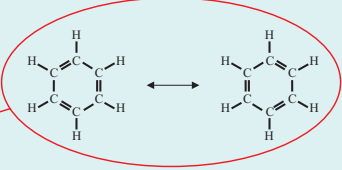
## თემა 4.5. არომატული ნახშირწყალბადები. ბენზოლის მოლეკულის სივრცითი აღნაგობა.

 ჩვენი ფულადი ერთეული აზერბაიჯანული მანათი ეროვნული ღირებულებებიდან ერთ-ერთია. ამ მიზეზის გამო ქაღალდის კუპიურაზე ჩვენი ქვეყნისა და ხალხის ეროვნული ღირებულებებია გამოსახული. მაგალითად:

10 მანეთიანი კუპიურა ისტორიულ თემს ეძღვნება. კუპიურის ზედა მხარეს ძველი ბაქო, შირვანშაჰის სასახლე, ქალწულის კომპი ძველი კომპის კედლების ფონზეა მოცემული.

20 მანეთიანი კუპიურა ეძღვნება ყარაბაღის თემს. კუპიურის ზედა მხარეს ძლიერების სიმბოლო - ხმალი, მუზარადი, ფარი და მშვიდობის სიმბოლო „ხარიბუღბულ“-ია გამოსახული.

*რას გამოხატავს 50 მანეთიან კუპიურაზე ქიმიური სიმბოლოები?*

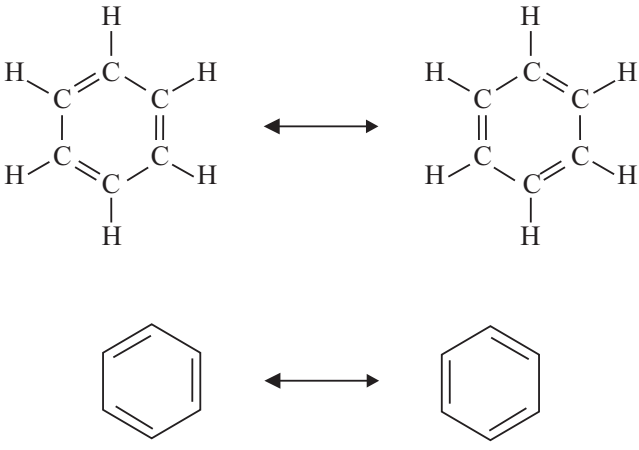



*რომელ ნივთიერებას ეკუთვნის მოცემული ქიმიური ფორმულა?*

არომატული ნახშირწყალბადების პირველი წარმომადგენელი ბენზოლია. გამოკვლევების შედეგების საფუძველზე დადგენილია, რომ ბენზოლის ფორმულაა  $C_6H_6$ , მაგრამ ბენზოლს რომ აქვს ციკლური აღნაგობა გაიგეს XIX საუკუნის მეორე ნახევარში. 1865 წელს გერმანელი მეცნიერის ფ.ა. კეკულეს მიერ იქნა შემოთავაზებული ბენზოლის ფორმულა. ამ ფორმულის საფუძველზე ბენზოლი ნახშირბადატომებს შორის მონაცვლეობით გამეორებული ერთმაგი და ორმაგი ბმებისაგან შემდგარი ციკლური ნაერთია.



ფრიდრიხ ავგუსტ კეკულე (1829-1896)  
 გერმანელი ქიმიკოსი.  
 ვალენტობის თეორიის ფუძემდებელთაგანია.  
 პირველად შემოგვთავაზა ბენზოლის ციკლური აღნაგობა

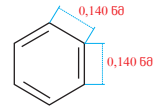
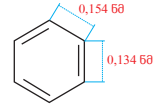


**საქმიანობა**

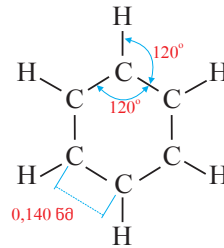
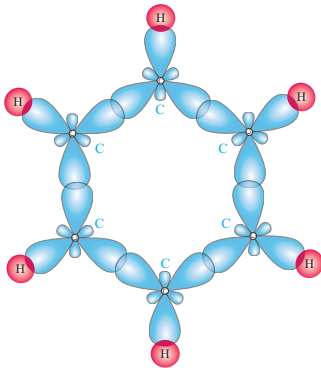
კვლევებს შემოთავაზებული ფორმულის საფუძველზე, ერთმაგი ბმის სიგრძე 0,154 ნმ (ალკანების მსგავსად), ორმაგი ბმის სიგრძე კი უნდა იყოს 0,134 ნმ (როგორც არის ალკენებში).

მაგრამ კვლევების შედეგებმა დაადგინა, რომ ბენზოლის მოლეკულაში ყველა ნახშირბადატომს შორის ბმების სიგრძე ერთნაირია. იგი უფრო მოკლეა, ვიდრე ერთმაგი ბმა (0,154 ნმ) და უფრო გრძელი ვიდრე ორმაგი (0,134 ნმ) და შეადგენს 0,140 ნმ-ს.

*როგორ შეიძლება ახსნას ამის მიზეზი?*



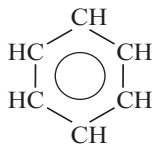
თანამედროვე წარმოდგენებით, ბენზოლის მოლეკულაში ყველა ნახშირბადატომები  $sp^2$ -ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია. თითოეული ნახშირბადატომი ორ მოსაზღვრე ნახშირბადატომთან და ერთ წყალბადატომთან წარმოქმნის  $\sigma$ -ბმას. ბმის წარმოქმნელი ორბიტალები ერთ სიბრტყეში განლაგდება და ერთმანეთს უერთდება  $120^\circ$  კუთხით.



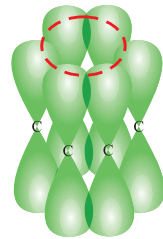
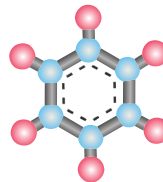
ამრიგად, ექვსი ნახშირბადატომი ერთმანეთთან შეერთებით წარმოქმნიან წესიერ ექვსკუთხედს. ამის გარდა, ყოველ ნახშირბადატომს აქვს არაჰიბრიდული  $p$ -ორბიტალი. ეს ორბიტალები მოლეკულის სიბრტყის პერპენდიკულარული ფორმით განლაგებით ზემოდან და ქვემოდან გადაიფარება. შედეგად ექვსი ელექტრონისაგან შემდგარი *საერთო  $\pi$ -სისტემა* წარმოიქმნება.

*$\sigma$ -ბმებით დაკავშირებულ ექვსი ნახშირბადატომისაგან და საერთო  $\pi$ -სისტემისაგან შემდგარ ციკლს ბენზოლის რგოლი ან ბენზოლის ბირთვი ეწოდება.*

ბენზოლის მოლეკულაში ელექტრონული სიმკვრივის თანაბრად გადანაწილების გამო მისი სტრუქტურული ფორმულა და მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდელის ჩვენება შეიძლება ქვემოთ მოცემული სახით:

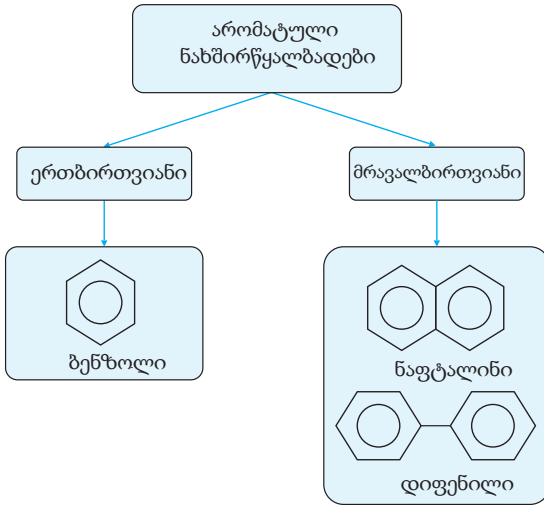


ან



სტრუქტურულ ფორმულაში ნაჩვენებია რგოლი საერთო  $\pi$ -სისტემას აჩვენებს.

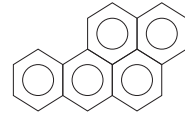
ყველა არომატული ნახშირწყალბადების მოლეკულაში არის ბენზოლის ბირთვი. სტრუქტურის მიხედვით არომატული ნახშირწყალბადები არის *ერთბირთვიანი* და *მრავალბირთვიანი*.



**?** იცით თუ არა, რომ...

წინათ ყოფაცხოვრებაში ნაფტალინი გამოიყენებოდა ჩრჩილების გასანადგურებლად. კანცეროგენული თვისებების (სიმსიმნის წარმოქმნის) გამო მისი გამოყენება საშიშია.

სიგარეტის კვამლში, ავტომობილის გამონაბოლქვ აირებში მრავალბირთვიანი არომატული ნახშირწყალბადების წარმომადგენელი კანცეროგენული თვისებების მქონე ბენზაპირენია.



**✎** რა ისწავლეთ?

*ბენზოლის მოლეკულაში არაჰიბრიდიზებული p-ორბიტალების გადაფარვით ..... წარმოიქმნება. ბენზოლის მოლეკულაში ვალენტური კუთხე ..... , ყველა ნახშირბადატომი ..... ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია.*

*არომატული ნახშირწყალბადების პირველი წარმომადგენელი ..... ბენზოლის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის არსებული σ-ბმები..... , ნახშირბადატომი და წყალბად ატომებს შორის არსებული σ-ბმები კი..... .*

ბენზოლი;  $sp^2$ ,  $120^\circ$ , პოლარული ბმა; არაპოლარული ბმა;  $\pi$ -სისტემა ;

**🕒** შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- რომელი ორბიტალების გადაფარვის შედეგად წარმოიქმნება ბენზოლის მოლეკულაში მყოფი C-H ბმები?  
 ა) s და p    ბ)  $sp^2$  და p    გ)  $sp^2$  და s    დ)  $sp^3$  და s    ე) p
- ბენზოლისა და ჰექსანის მოლეკულაში მყოფი C-C σ-ბმების რაოდენობას აღნიშნეთ შესაბამისად a და b-თი და განსაზღვრეთ მათ შორის დამოკიდებულება.  
 ა) a = b    ბ) a + 1 = b    გ) a + 2 = b    დ) a = b + 1    ე) a = b + 2
- რით განსხვავდება ერთმანეთისაგან ეთილენისა და ბენზოლის მოლეკულაში მყოფი  $\pi$ -ბმები?
- თუ გავითვალისწინებთ, რომ C-C და C=C ბმების სიგრძეები შესაბამისად არის 0,154 ნმ და 0,134 ნმ, მაშინ როგორ შეიძლება აიხსნას, რომ ბენზოლის მოლეკულაში მყოფ ნახშირბადატომებს შორის მანძილი არის 0,140 ნმ?
- გამოთვალეთ ბენზოლში m(C): m(H) შეფარდება.  
 ა) 1:1    ბ) 6:1    გ) 2:1    დ) 12:1    ე) 10:1



6

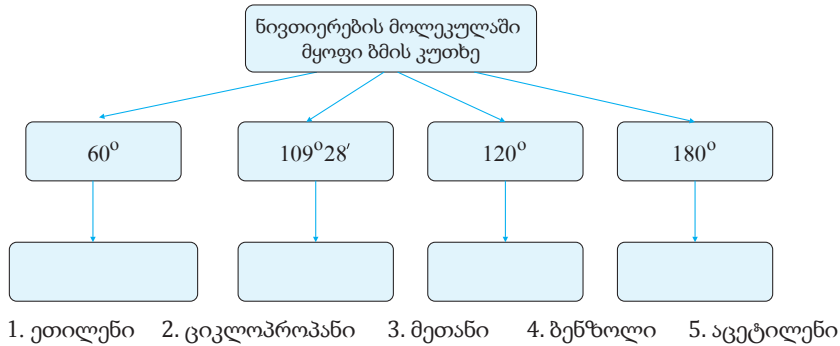
ნივთიერება	ბმების წარმოქმნაში მონაწილე ორბიტალების რაოდენობა	
	ჰიბრიდული	არაჰიბრიდული
ბენზოლი	x	y

განსაზღვრეთ x/y შეფარდება.

- ა) 2      ბ) 1      გ) 1,5      დ) 3      ე) 1,25

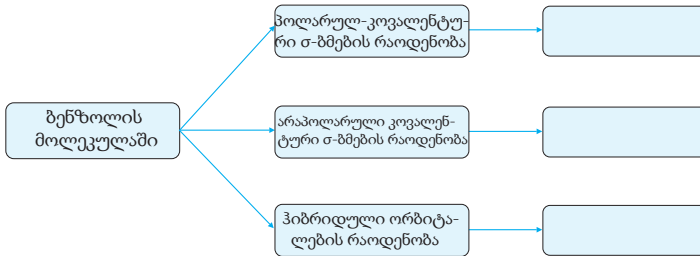
7

განასხვავეთ ნივთიერებები სქემის მიხედვით.



8

8. შევსეთ სქემა.

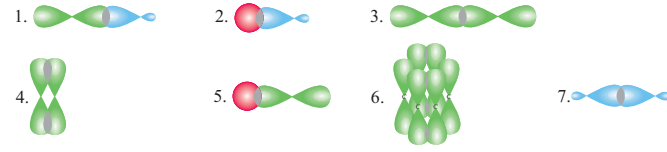


9

შეადგინეთ ბენზოლის მოლეკულიდან ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით მიღებული რადიკალის მეთილის რადიკალთან შეერთების შედეგად მიღებული არომატული ნახშირწყალბადის ფორმულა და მისი სტრუქტურული ფორმულა.

10

სქემის მიხედვით რომელი ელექტრონული ღრმულების გადაფარვის შედეგად წარმოქმნილი ბმები შეესაბამება ბენზოლის მოლეკულას? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრებები.



11

შეადგინეთ ბენზოლისა და დივინილის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ბმების წარმოქმნის სქემა და დაადგინეთ რომელი მსგავსება არსებობს.

12

ნაფტალინი და დიფენილი ორბირთვიანი არომატული ნახშირწყალბადებია. მათ მოლეკულაში მყოფი წყალბადატომების რაოდენობაზე ბენზოლის მოლეკულაში მყოფი წყალბადატომების რაოდენობის ორმაგის ტოლია. დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.

## თემა 4.6. არენების ჰომოლოგიური რიგი, დასახელება და იზომერია

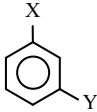


შესწავლილი ნივთიერებებიდან რომლის აგებულებასთან უფრო მსგავსია ბენზოლის აღნაგობა?

ბენზოლის ჰომოლოგების დასახელება და იზომერების სტრუქტურული ფორმულების დაწერა შეიძლება თუ არა ამ კლასის ნაერთების საფუძველზე?



### საქმიანობა



რომელი ატომი და რადიკალები უნდა იყოს X და Y, რომ მიღებული ნივთიერებები იყოს ბენზოლის ჰომოლოგები?

	X	Y
I.	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
II.	CH <sub>2</sub> =CH	H
III.	CH <sub>3</sub>	Cl
IV.	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	CH <sub>3</sub>

რომელი ზოგადი ფორმულა შეიძლება ჰქონდეს ბენზოლის ჰომოლოგებს?

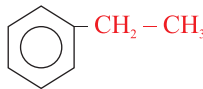
საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით  $C_nH_{2n-6}$  ზოგადი ფორმულის მქონე არომატულ ნახშირწყალბადებს (ბენზოლის ჰომოლოგები) **არენები** ეწოდება. ბენზოლის მოლეკულაში წყალბადატომების ალკილის რადიკალებით ჩანაცვლებით შეიძლება დავეწყოთ ბენზოლის ჰომოლოგების ფორმულა.

### დასახელება

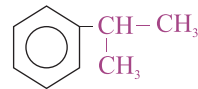
საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით, ბენზოლის ჰომოლოგების დასახელებისათვის ჯერ გამოითქმის ბენზოლის ბირთვთან შეერთებული რადიკალის სახელწოდება და შემდეგ სიტყვა ბენზოლი.



მეთილბენზოლი  
(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH<sub>3</sub>)

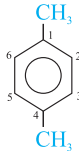


ეთილბენზოლი  
(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)

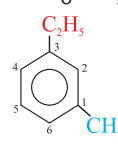


იზოპროპილბენზოლი  
(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>)

თუ მოლეკულაში ორი ან უფრო მეტი რადიკალია, მაშინ დანომერას იწყებენ ბირთვში იმ ნახშირბადატომებიდან, რომელთანაც უფრო დაბალმოლეკულური რადიკალია, თან რადიკალების შეერთებული ნახშირბადატომების ნომრების ჯამი უნდა იყოს მცირე.



1,4-დიმეთილბენზოლი



1-მეთილ-3-ეთილბენზოლი

როგორც ხედავთ, არენების საერთაშორისო ნომენკლატურით დასახელება ციკლოალკანების მსგავსია.

ბენზოლის ორჩანაცვლებულ იზომერებში რადიკალების ერთმანეთის მიმართ მდებარეობის საჩვენებლად შეიძლება გამოყენებულ იქნას ქვემოთ მოცემული აღნიშვნები. თუ ჩამნაცვლებლები:



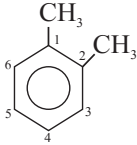
იცით თუ არა, რომ...

ბერძნულად ორთო-პირდაპირს, მეტა-შემდგეს, პარა-საწინააღმდეგოს ნიშნავს.

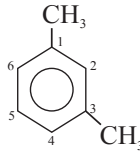
– მოსახლვრე ნახშირბადატომებში (1,2) იქნება **ორთო-(*o*-)**,

– ერთი ნახშირბადატომით იქნება გამოყოფილი, (1,3) **მეტა-(*m*-)**,

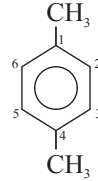
– ორი ნახშირბადატომით იქნება გამოყოფილი, (1,4) **პარა-(*p*-)**,



1,2-დიმეთილბენზოლი  
(*o*-დიმეთილბენზოლი)

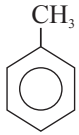


1,3-დიმეთილბენზოლი  
(*m*-დიმეთილბენზოლი)

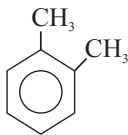


1,4-დიმეთილბენზოლი  
(*p*-დიმეთილბენზოლი)

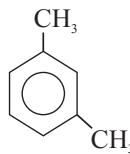
რიგი არენების **ტრიფალორი** (ისტორიული) სახელწოდებები უფრო ფართოდ გამოიყენება. მაგალითად:



ტოლუოლი



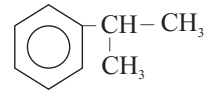
*o*-ქსილოლი



*m*-ქსილოლი



*p*-ქსილოლი

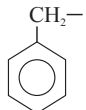


ქუმოლი

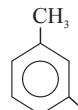
ბენზოლის მოლეკულიდან ერთი წყალბადატომის მოწყვეტით მიღებულ ნაშთს **ფენილის რადიკალი** ეწოდება.



ტოლუოლის მოლეკულაში, როგორც ბენზოლს ბირთვიდან, ასევე მეთილის ჯგუფიდან წყალბადატომის მოწყვეტით შეიძლება სხვადასხვა რადიკალების მიღება.



ბენზოლის რადიკალი



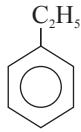
*m*-ტოლუოლის რადიკალი

ბენზოლის ბირთვიდან ერთი წყალბადატომის მოწყვეტით მიღებულ რადიკალებს **არილის რადიკალები** ეწოდება. ბენზოლის რადიკალებისაგან განსხვავებით ფენილისა და *m*-ტოლუოლის რადიკალები არილის რადიკალებია.

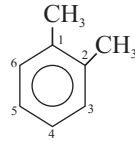
**იზომერია**

არენებში სტრუქტურული იზომერიის განსაზღვრა ხდება რადიკალების, რადიკალების აგებულების და რადიკალების ბენზოლის ბირთვში ერთმანეთის მიმართ მდებარეობის მიხედვით.

*რადიკალების მისედვით:*

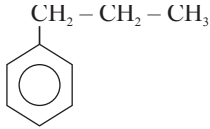


ეთილბენზოლი

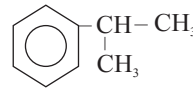


1,2-დიმეთილბენზოლი

*რადიკალების აღნაგობის მიხედვით:*

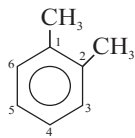


პროპილბენზოლი

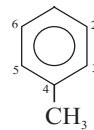


იზოპროპილბენზოლი

*რადიკალების ბენზოლის ბირთვში მდებარეობის მიხედვით:*



1,2-დიმეთილბენზოლი



1,4-დიმეთილბენზოლი

ბენზოლის ალკილანაცვლებულ ჰომოლოგებში არ არსებობს სივრცითი იზომერია.

**რა ისწავლეთ?**

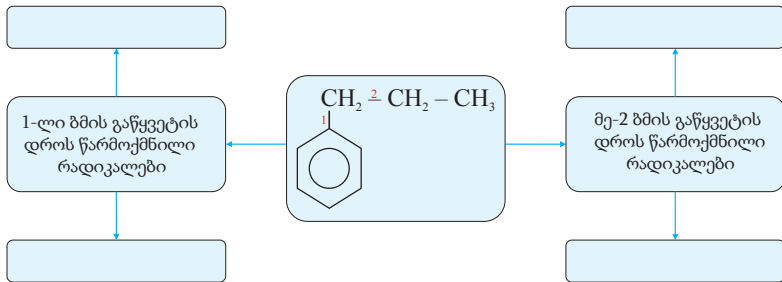
- არენების ზოგადი ფორმულა ..... .
- .....სა და ეთილის რადიკალისაგან შექმდვარ ნივთიერებას პროპილბენზოლი ეწოდება.
- ..... საერთაშორისო ნომენკლატურის საფუძველზე 1,3-დიმეთილბენზოლი ეწოდება.
- მეთილბენზოლის ტრივიალური სახელწოდებაა ..... .
- ეთილბენზოლი ეთილისა და ..... შედგება.

ფენილის რადიკალი; მ-ქსილოლი; ტოლუოლი; ბენზილის რადიკალი  $C_nH_{2n-6}$



**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- 1 არენები დაალაგეთ მოლეკულაში მყოფი ნახშირბადატომების რაოდენობის ზრდის თანმიმდევრობით.  
 1. ო-ქსილოლი      2. ტოლუოლი      3. ქუმოლი  
 ა) 1, 2, 3      ბ) 2, 1, 3      გ) 1, 3, 2      დ) 2, 3, 1      ე) 3, 2, 1
- 2 განსაზღვრეთ მოლეკულაში 10 წყალბადატომის მქონე არენის ფარდობითი მოლეკულური მასა.
- 3 რამდენი ნახშირბადატომი აქვს არენების პირველ წარმომადგენელს მოლეკულაში? განმარტეთ მიზეზი.
- 4 დაადგინეთ შესაბამისობა.  
 1. ალკილის რადიკალი      ა) ვინილის რადიკალი  
 2. არილის რადიკალი      ბ) ფენილის რადიკალი  
 გ) ბენზილის რადიკალი  
 დ) ეთილის რადიკალი  
 ე) ო-ტოლუოლის რადიკალი
- 5 განსაზღვრეთ 0,2 მოლში 24 გრ. ნახშირბადის მქონე არენის მოლეკულაში საერთო ატომების რაოდენობა.  
 ა) 18    ბ) 22    გ) 20    დ) 26    ე) 24
- 6 საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით დასახელეთ ნაერთი, რომელიც მიიღება მ-ქსილოლის მოლეკულაში მყოფი მეთილის ჯგუფებიდან ერთში ერთი წყალბადატომის ჩანაცვლებით მეთილის რადიკალით, სხვებში კი ორი წყალბადატომის ჩანაცვლებით მეთილის რადიკალებით.
- 7 ჩაწერეთ ცარიელ უჯრებში შესაბამისი რადიკალების სახელები.



- 8 განსაზღვრეთ ნივთიერებებისათვის სწორი (+) და მცდარი (-) განმარტებები.

	ეთილბენზოლი	ტოლუოლი
მოლეკულაში არის 7 ნახშირბადატომი.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
მ-ქსილოლის იზომერია.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
მოლეკულის წარმოქმნაში მონაწილეობს 26 ჰიბრიდული ორბიტალი.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
მოლეკულაში არის 15 σ-ბმა.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ბენზოლის ჰომოლოგია.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 9 შეადგინეთ არენებში სტრუქტურული იზომერიის სახეობების მაჩვენებელი და ნიმუშების მქონე სქემა.
- 10 შეადგინეთ C<sub>8</sub>H<sub>10</sub> ფორმულის არენის სტრუქტურული ფორმულა და დასახელეთ საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით.

- 11 შეადგინეთ შედგენილობაში ერთნაირი რაოდენობის ნახშირბადატომის მქონე ალკანში, ალკენში, ალკინში და არენში ნახშირბადის მასიური წილი და ააგეთ მასიური წილის მოლურ მასასთან დამოკიდებულების გრაფიკი.
- 12 თუ 1,2-დიმეთილციკლოპროპანს აქვს ცის-ტრანს იზომერია, მაგრამ 1,2-დიმეთილბენზოლს არა აქვს ასეთი იზომერები. ახსენით მიზეზი. ამ შედარებას აქვს მსგავსება იმასთან, რომ ბუტენ-2-ში არის ცის-ტრანს იზომერია ბუტენ-2-ში კი არა?



**საშინაო დავალება**

ააგეთ ტოლუოლის მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდელი ასანთის ღერე-ბისა და პლასტილინის გამოყენებით.

## თემა 4.7. არენების მიღება და ფიზიკური თვისებები



XIX საუკუნიდან XX საუკუნის დასაწყისამდე საცხოვრებელი სახლებისა და ქუჩების განათებაში გამოიყენებოდა სანათი აირი. სანათი აირი წარმოიქმნება ქვანახშირისა და ნავთობის პიროლიზის დროს.

*თქვენი აზრით რომელი ნივთიერებები შეიძლება იყოს სანათი აირის შედგენილობაში?*

ბენზოლი პირველად 1825 წელს მ. ფარადეის მიერ იქნა გამოყოფილი სანათი აირისაგან. მან დაადგინა, რომ სანათი აირის გაცივებით გამოკრისტალდება ბენზოლი. სანათი აირის შედგენილობაში აგრეთვე შედის წყალბადი, მეთანი, მხუთავი აირი და სხვა.

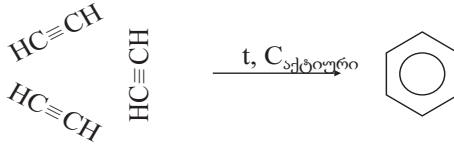
**მიღება**

**მრეწველობაში** არომატული ნახშირწყალბადების მიღების მთავარი წყარო ნავთობი და ქვანახშირის ფისია. ქვანახშირის უჟანგბადოდ მაღალ ტემპურატურაზე (1000-1200°C). გაცხელებით მიიღება ქვანახშირის ფისი. ქვანახშირის ფისის რექტიფიკაციით მიიღება ბენზოლი, ტოლუოლი, ეთილბენზოლი და სხვა არომატული ნაერთები.

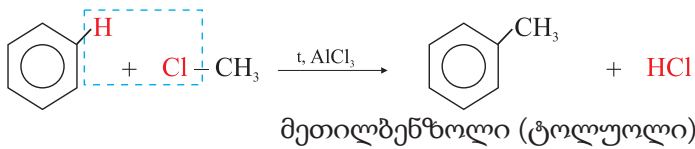




3. აცეტილენის გაცხელებითა და გააქტიურებულ ნახშირის ორთქლზე გატარებით. ამ დროს აცეტილენი განიცდის ტრიმერიზაციას და გარდაიქმნება ბენზოლად. (ნ.დ. ზელინსკისა და ბ.ა. კაზანსკის რეაქცია).

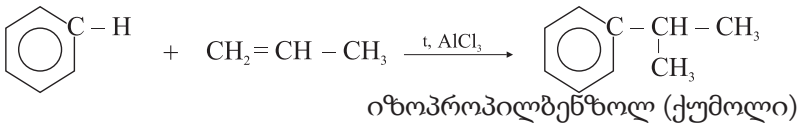
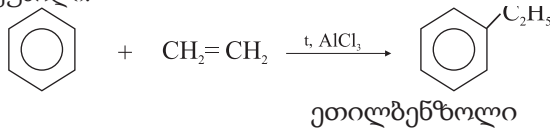


4. ბენზოლის ალკილირების რეაქციით. ალკილირების რეაქცია ბენზოლის რგოლთან რადიკალი ალკილის მიერთებაა. ამ რეაქციის საფუძველზე მიიღება ბენზოლის ჰომოლოგები. როგორც მაგალითი, შეიძლება ვაჩვენოთ კატალიზატორის თანაობისას ბენზოლის მეთილქლორიდთან რეაქცია.



ეს რეაქცია 1877 წელს პარიზის უნივერსიტეტში ქიმიკოსის შ. ფრიდელის და მისი ამერიკელი მოსწავლის დ. კრაფტისის მხრიდან ჩატარდა და რეაქციას მისი აღმომჩენების საპატივსაცემოდ ფრიდელ-კრაფტისის რეაქცია ეწოდება.

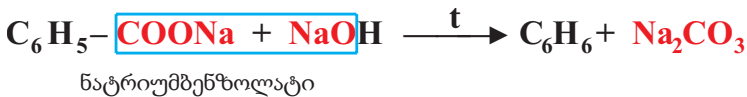
ალკილირების რეაგენტად ალკენების ადებაც შეიძლება. ამ ხერხით მრეწველობაში მიიღება ეთილბენზოლი და ქუმოლი.



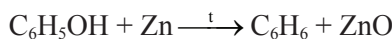
აზერბაიჯანელ მეცნიერს იუსუფ მემედელიევს დიდი წვლილი მიუძღვის ალკილირების რეაქციით არომატული ნახშირწყალბადების მიღებაში.

**ლაბორატორიაში** ბენზოლი მიიღება ქვემოთ მოცემული ხერხებით

1. ბენზომეფანის მარილების ტუტეებთან გაღობით.



2. ფენოლის გაცხელებით თუთიის ფხვნილთან.



**ფიზიკური თვისებები**

არომატული ნახშირწყალბადების პირველი წარმომადგენლები სასიამოვნო სუნის მქონე ნივთიერებებია. ამ მიზეზის გამო მათ ისტორიულად ეწოდათ არომატული ნახშირწყალბადები. შემდგომში გაირკვა, რომ არომატული ნახშირწყალბადების დანარჩენ წარმომადგენლებს არა აქვს სუნი ან აქვთ არასასიამოვნო სუნი. ამის მიუხედავად ამ ნახშირწყალბადების ისტორიული სახელწოდება შენარჩუნებულია.

ჩვეულებრივ პირობებში ბენზოლი უფერო, აქროლადი, სპეციფიური სუნის მქონე სითხეა. წყალზე მსუბუქია და არ იხსნება წყალში. ბენზოლი რიგი ნივთიერებებისათვის კარგი გამხსნელია. ის გაციებისას იყინება თეთრი კრისტალების სახით. ბენზოლი და მისი ორთქლი მომწამლავია. ტოლუოლი, ეთილბენზოლი და სხვ. წყალზე მსუბუქი, წყალში უხსნადი სითხეებია. ტოლუოლი თეთრი ფოსფორის, გოგირდის და რიგი ნივთიერებების გამხსნელია. ფარდობითი მოლეკულური მასის ზრდასთან ერთად იზრდება არენების დუდილის ტემპერატურა.



იუსუფ ჰეიდარ ოლი  
მემმედელიევი  
(1905-1961)

აზერბაიჯანელი ქიმიკოსი, აკადემიკოსი. აზერბაიჯანში საფუძველი ჩაუყარა ნავთობ ქიმიის მეცნიერებას. ნახშირწყალბადების ალკილირების სფეროში კვლევების მიხედვით მსოფლიოს მეცნიერებმა მას „ალკილირების მეფე“ შეარქვეს.

**იციო თუ არა, რომ...**

ბენზოლის ორთქლით დიდხანს სუნთქვისას ირღვევა ნერვიული სისტემა და ვითარდება დაავადება სისხლნაკლებობა (ანემია).

**რა ისწავლეთ?**

..... ბენზოლის რგოლში წყალბადატომების ჩანაცვლებაა ნახშირწყალბადის რადიკალით.

ტოლუოლი ჰეპტანის ..... მიღება.

აცეტილენი გაზურებულ გააქტიურებულ ნახშირზე გატარებით ..... ბენზოლად გარდაიქმნება.

დეჰიდრირება; ტრიმერიზაცია; ალკილირების რეაქცია.

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- განსაზღვრეთ ბენზოლისათვის სწორი განმარტებები.
  - ჩვეულებრივ პირობებში თხევად მდგომარეობაშია.
  - წყალში კარგად იხსნება.
  - მყარ მდგომარეობაში წარმოქმნის მოლეკულურ კრისტალურ მესერს.
 

ა) მხოლოდ 2    ბ) 2, 3    გ) 1, 3    დ) მხოლოდ 1    ე) მხოლოდ 3
- დაადგინეთ რეაქციის პროდუქტები.
 

1. ბენზოლი → ეთილენი	ა. ქუმოლი
2. ბენზოლი → ქლორმეთანი	ბ. ეთილბენზოლი
3. ბენზოლი → პროპენი.	გ. ტოლუოლი.

ა) 1-a, 2-b, 3-c    ბ) 1-a, 2-c, 3-b    გ) 1-b, 2-a, 3-c    დ) 1-b, 2-c, 3-a    ე) 1-c, 2-b, 3-a

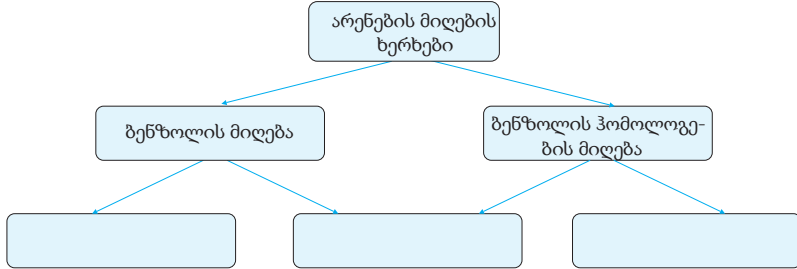
- 3 რატომ არის, რომ 1 მოლი ციკლოპექსანის ბენზოლთან სრული დეჰიდრირების დროს 3 მოლი, 1 მოლი ჰექსანის ბენზოლთან დეჰიდრირების დროს კი 4 მოლი წყალბადი გამოიყოფა?
- 4 მოლეკულაში სულ მცირე რამდენი ნახშირბადატომის მქონე არენი მიიღება ბენზოლის ალკენთან რეაქციის დროს? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.
- 5 12 მოლი აცეტილენის გააქტიურებულ ნახშირზე გატარებისას 3 მოლი ბენზოლი მიიღება. გამოთვალეთ რეაქციის პრაქტიკული გამოსავალი (%-ით).

6	ჰექსანის დეჰიდრირებით მიღებული არენის მასა, გრ.	ამ დროს გამოყოფილი წყალბადის მოცულობა (ნ.პ.) ლიტრა.
	4,6	x

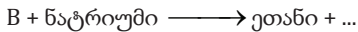
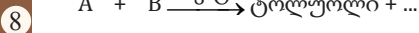
განსაზღვრეთ X.

- ა) 2,24    ბ) 4,48    გ) 11,2    დ) 5,6    ე) 3,36

- 7 სქემის მიხედვით განასხვავეთ არენების მიღების ხერხები.

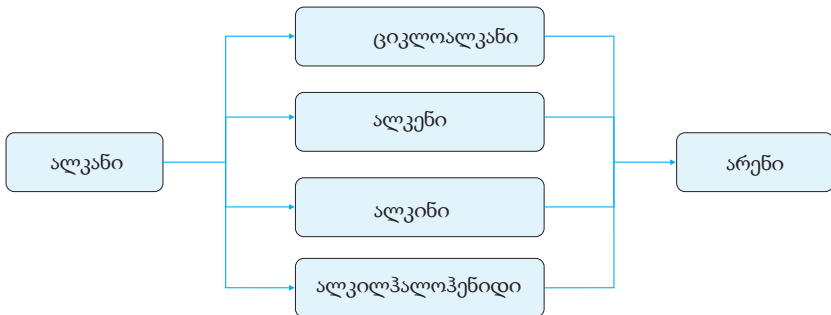


- 1. ციკლოალკანების დეჰიდრირება.
- 2. ფენოლის გაცხელებით თუთიის ფხვნილთან.
- 3. ბენზოლის ალკენებთან მიერთების რეაქცია.
- 4. ალკანების დეჰიდრირება.
- 5. აცეტილენის ტრიმერიზაცია.
- 6. ბენზომჟავის მარილების ტუტეებთან დნობა.



განსაზღვრეთ A და B ნივთიერებები..

- 9 დაწერეთ რეაქციის განტოლებები სქემის თითოეული ეტაპის შესაბამისად.



- 10 რომელი ჰალოგენალკანის ბენზოლთან რეაქციის ჩატარება შეიძლება ქუმოლის მისაღებად? შეადგინეთ რეაქციის ტოლობა.

- 11 წინა თემებში ბენზოქმეჯვის მარილების ტუტეებთან რეაქციის მსგავს, რომელ რეაქციას გაეცანით? ახსენით მაგალითზე.
- 12 როგორ შეიძლება აიხსნას ბენზოლის პროპილენთან მიერთება მარკოვნიკოვის წესის საფუძველზე?



**საშინაო დავალება**

მოამზადეთ პრეზენტაცია სახელწოდებით “აკადემიკოსი იუსიფ მემმედელიევის სამეცნიერო მოღვაწეობა“.

## თემა 4.8. არენების ქიმიური თვისებები

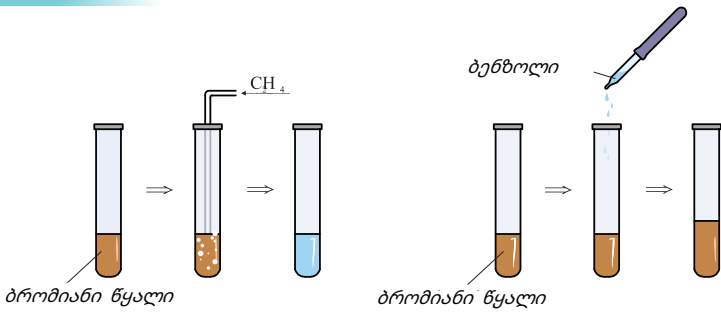


თქვენი აზრით, რომელი უფრო ნაკლებად მტკიცეა ეთილენის მოლეკულაში არსებული ორელექტრონიანი თუ ბენზოლის მოლეკულაში არსებული ექვსელექტრონიანი  $\pi$ - ბმები?

რომელი ქიმიური თვისებების მიხედვით განასხვავებს ბენზოლს ეთილენისაგან ბენზოლის მოლეკულაში ბირთვის არსებობა?



**საქმიანობა 1**



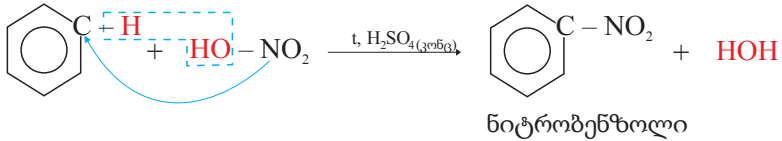
რომელი ცვლილებები შეიმჩნევა ცდების შედეგად?  
 რით განსხვავდება ერთიანეთისაგან ეთილენისა და ბენზოლის ბრომთან რეაქციაში შესვლა?  
 როგორ შეიძლება აიხსნას ეთილენისა და ბენზოლის მიერთების რეაქციაში შესვლის განსხვავება?

ფ.ა. კეკულეს მიერ შემოთავაზებული ფორმულით საუკუნეზე მეტხანს სარგებლობდნენ, თუმცა ის ვერ ხსნის ბენზოლის რიგ თვისებებს. თუ ვიფიქრებთ, რომ ბენზოლში არსებობს ორმაგი ბმა, მაშინ ის უნდა შესულიყო უჯერი ნახშირწყალბადებისათვის დამახასიათებელ რეაქციებში, მაგრამ ბენზოლი არ აუფერულებს ბრომიან წყალსა და კალიუმპერმანგანატის ხსნარს.

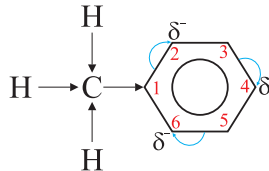
ბენზოლის მოლეკულაში  $\pi$ -ელექტრონული სისტემის ხარჯზე დიდი სიმტკიცეა. ამ

მიზეზის გამო ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები ალკენებთან შედარებით ძნელად შედიან მიერთების რეაქციებში. არენები გარკვეულ პირობებში შედიან ჩანაცვლებისა და დაჟანგვის რეაქციებში.

**ჩანაცვლების რეაქციები.** თუ კონცენტრირებულ აზოტმჟავასა და გოგირდმჟავას ნარევის დავამატებთ ბენზოლს და ნარევის შევატობთ, წარიმართება რეაქცია, რომლის შედეგად წარმოიქმნება მწარე ნუშის სუნის მქონე მოყვითალო ფერის ნიტრობენზოლი. რეაქციის დროს ბენზოლის მოლეკულაში წყალბადატომი ჩანაცვლდება ნიტროჯგუფით.

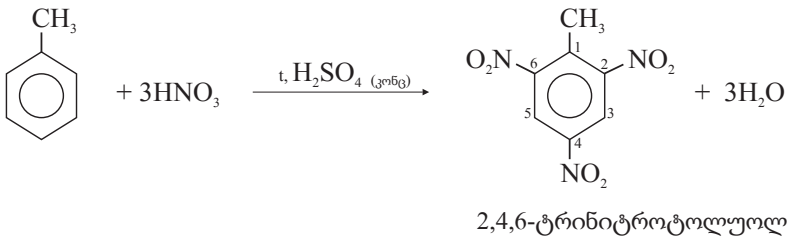


ბენზოლისაგან განსხვავებით ჰომოლოგები უფრო ადვილად შედიან ჩანაცვლების რეაქციებში. ეს აიხსნება ალკილის რადიკალსა და ბენზოლის რგოლს შორის ორმხრივი ურთიერთობით. ბენზოლის მოლეკულაში  $\pi$ -ელექტრონული სიმკვრივე თანაბრად განაწილებული ყველა ნახშირბადატომს შორის. ბენზოლის რგოლთან მიერთებული ალკილის რადიკალი ზემოქმედებას ახდენს ბენზოლის რგოლში ელექტრონების განაწილებაზე და 2,4,6 მდებარეობაში (ორთიო- და პარა- მდებარეობა) ელექტრონული სიმკვრივის ზრდის მიზეზი ხდება. ამის გამოც ნახშირბადატომებთან მყოფი წყალბადატომების ჩანაცვლება ადვილდება. მაგალითად, ქვემოთ მოცემულია ტოლუოლის მოლეკულაში მეთილის ჯგუფის ელექტრონული სიმკვრივის ბენზოლის რგოლისაკენ გადაწევა.

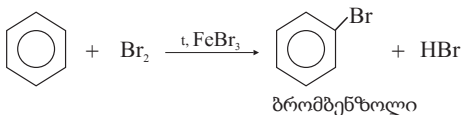


**ტოლუოლის მოლეკულაში ელექტრონული სიმკვრივის გადაწევა**

ამ მიზეზის გამო ტოლუოლი ბენზოლთან შედარებით უფრო ადვილად შედის ჩანაცვლების რეაქციაში.



ბენზოლის ბრომთან რეაქციის შემთხვევაში გაცხელებით, თუ კატალიზატორად გამოიყენებულია  $\text{FeBr}_3$ , მიმდინარეობს ჩანაცვლების რეაქცია.

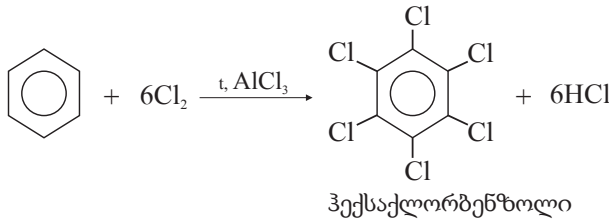


**ქიმიის როლი**

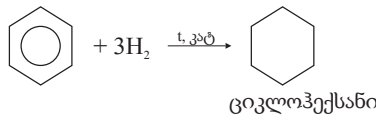
2,4,6-ტრინიტროტოლუოლი ტროტილის (ტოლის) სახელწოდებითაა ცნობილი, მოყვითალო ფერის მყარი ნივთიერებაა. დაწნეხილი სახით გამოიყენება, დამლის შედეგად ხდება ძლიერი აფეთქება.

მსგავსად მიმდინარეობს რეაქცია ბენზოლსა და ქლორს შორის. ბენზოლის ქლორიზაციის დროს, როგორც კატალიზატორი გამოიყენება რკინის (III) ქლორიდი.

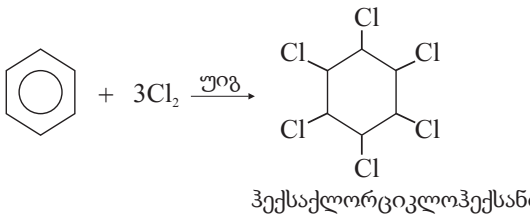
ალუმინქლორიდის კატალიზატორის თანაობისას ბენზოლის ქლორთან რეაქციის დროს, ბენზოლის მოლეკულაში მყოფი ყველა წყალბადატომი ჩანაცვლდება ქლორის ატომით:



**მიერთების რეაქცია.** გარკვეულ პირობებში ბენზოლი შედის მიერთების რეაქციებში. მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში, კატალიზატორის თანხლებით ბენზოლი ჰიდრირებით გარდაიქმნება ციკლოალკანად:



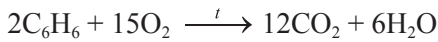
ბენზოლს შეუძლია მიერთოს ქლორი. რეაქციისათვის საჭიროა სინათლის კვანტი:



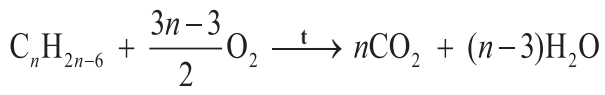
**ქიმიის როლი**

ჰექსაქლორციკლოჰექსანი (ჰექსაქლორანი) მყარი ნივთიერების სახით დიდი ხნის განმავლობაში სოფლის მეურნეობაში გამოიყენებოდა მავნე მწერების წინააღმდეგ, როგორც ინსექტიციდი.

**დაჟანგვის რეაქცია.** ბენზოლი ჰაერზე იწვის ჭვარტლიანი ალით (სრული დაჟანგვა) და წარმოქმნის ნახშირორჟანგსა და წყალს.



არენების წვის ზოგადი განტოლება შეიძლება ვაჩვენოთ ქვემოთ მოცემული სახით:



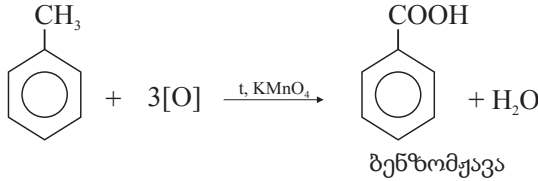
**საქმიანობა 2**

**ბენზოლისა და ტოლუოლის KMnO<sub>4</sub> ხსნართან ურთიერთქმედების შედარება. აღჭურვილობა:** 2 სინჯარა, სპირტქურა, KMnO<sub>4</sub> ხსნარი, ბენზოლი, ტოლუოლი, კონცენტრირებული გოგირდმჟავა.

სამუშაოს მსვლელობა. სინჯარებიდან ერთში 2-3 მლ. ბენზოლი, მეორეში კი იგივე მოცულობის ტოლუოლი მოათავსეთ. შემდეგ თითოეულ სინჯარას 1 მლ. 0,1%-იანი KMnO<sub>4</sub> ხსნარი და 1-2 წვეთი კონცენტრირებული გოგირდმჟავა დაამატეთ და ხსნარები ფრთხილად შეათბეთ.

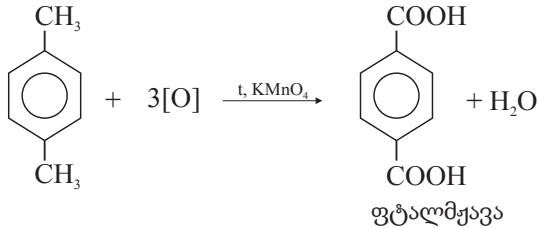
**რა შეაძინეთ?**

ბენზოლი დამჟანგავების მიმართ მდგრადია, ის არ აუფერულებს კალიუმპერმანგანატის ხსნარს. ბენზოლისაგან განსხვავებით მისი ჰომოლოგები გაცხელების დროს აუფერულებს კალიუმპერმანგანატის ხსნარს. მაგალითად, თუ ტოლუოლზე ვიმოქმედებთ კალიუმპერმანგანატის იისფერი ხსნარით, გაცხელებისას შეიმჩნევა, რომ ხსნარი თანდათან უფერულდება.



ცნობილია, რომ ალკანები (მაგალითად, მეთანი) არ აუფერულებს კალიუმპერმანგანატის ხსნარს. მაგრამ მეთანის მოლეკულაში მყოფი წყალბადატომებიდან ერთს თუ ჩავანაცვლებთ ფენილის ჯგუფით, მაშინ მიღებული ნივთიერება (ტოლუოლი)  $\text{KMnO}_4$ -ით იჟანგება. ტოლუოლის მოლეკულაში მეთილის ჯგუფის დაჟანგვა აიხსნება იმით, რომ ბენზოლის ბირთვი გავლენას ახდენს მეთილის ჯგუფზე. მეთანთან შედარებით ბენზოლის რგოლი  $\text{CH}_3$ -რადიკალიდან ელექტრონულ სიმკვრივეს თავისკენ მიიზიდავს. შედეგად  $\text{CH}_3$ -ში არსებული წყალბადატომების მოძრაობით რეაქციისუნარიანობა იზრდება.

მსგავს პირობებში *p*-ქსილოლის დაჟანგვის შედეგად მიიღება ფტალმჟავა.



**რა ისწავლეთ?**

ბენზოლისაგან განსხვავებით ეთილბენზოლი კალიუმპერმანგანატის ხსნართან ..... შედის.  
 ..... განსხვავებით ..... აუფერულებს კალიუმპერმანგანატის ხსნარს.  
 სინათლის კვანცის ზემოქმედებით ბენზოლი ქლორთან ..... შედის.  
 ბენზოლის აზოტმჟავასთან რეაქცია..... .

ბენზოლი; ტოლუოლი; ჩანაცვლების რეაქცია; მიერთების რეაქცია; დაჟანგვის რეაქცია.

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

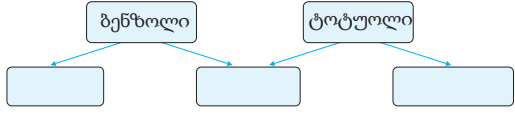
- 1  $\text{CH}_4 \xrightarrow{1} \text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{2} \text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow{3} \text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}$   
 რომელი გარდაქმნა შეუძლებელია პირდაპირ?  
 ა) მხოლოდ 2    ბ) 2, 3    გ) 1, 3    დ) მხოლოდ 1    ე) მხოლოდ 3
- 2 რომელი ნივთიერებების მოლეკულაში არ არის წყალბადატომი?  
 ა) ტოლუოლი    ბ) ნიტრობენზოლი    გ) ჰექსაქლორციკლოჰექსანი  
 დ) ჰექსაქლორბენზოლი    ე) ბენზომჟავა

- 3 რატომ არის, რომ ბენზოლისაგან განსხვავებით ტოლუოლი აუფერულებს კალიუმპერმანგანატის ხსნარს?
- 4 რომელი უფრო ადვილად შედის მიერთების რეაქციაში ბენზოლი თუ ეთილენი? ახსენით მიზეზი.
- 5 ბენზოლისა და ტოლუოლისაგან შემდგარ ნარევეს თუ დავამატებთ დიდი რაოდენობის კალიუმპერმანგანატის ხსნარს მიიღება 12,2 გრ. ბენზომჟავა. გამოთვალეთ ნარევის მასა (გრ), თუ ვიცით, რომ ნარევის 90% ბენზოლია.
- 6 რამდენი მოლი  $Cl_2$  იხარჯება 7,8 გრ. ბენზოლის ჰექსაქლორბენზოლად სრული გარდაქმნისათვის?  
 ა) 0,1      ბ) 0,2      გ) 0,3      დ) 0,5      ე) 0,6

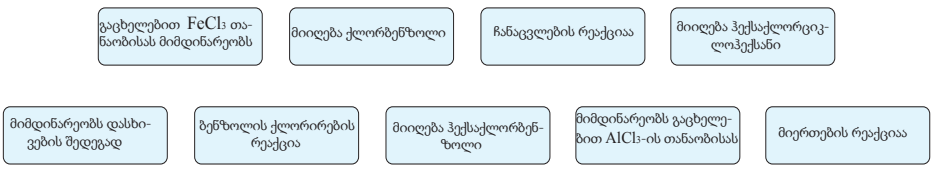
- 7 დაადგინეთ შესაბამისობა.
 

1. ტოლუოლი + $KMnO_4 + H_2O \xrightarrow{\quad}$ 2. ტოლუოლი + $HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4(გაფ)}$ 3. ბენზოლი + $Cl_2 \xrightarrow{h\nu}$	ა) ჩანაცვლების რეაქცია ბ) დაჟანგვის რეაქცია გ) შეიმჩნევა ხსნარის გაუფერულება დ) მიიღება ნივთიერება, რომლის მოლეკულაში არ არის ბენზოლის ბირთვი.
---	---

8 დაადგინეთ ბენზოლისა და ტოლუოლისათვის დამახასიათებელი თვისებები.



- 1. ჩვეულებრივ პირობებში თხევად მდგომარეობაშია.
- 2. მოლეკულაში არის 12  $sp^2$  ჰიბრიდული ორბიტალი.
- 3. აზოტმჟავასთან რეაქციით მიიღება ტროტილი.
- 4. დაჟანგვით წარმოქმნის ბენზომჟავას.
- 5. მიიღება ფენოლის თუთიის ფხვნილთან გაცხელებით.
- 9 შადგინეთ ტოლუოლიდან სამ ეტაპად ბენზოლის მიღების სქემა და დაწერეთ რეაქციის შესაბამისი განტოლებები.
- 10 შეადგინეთ სქემა მოცემულ უჯრებისა და ისრების გამოყენებით.



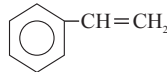
- 11 ჰექსანისა და ბენზოლის ერთსა და იმავე პირობებში დაწვისას ბენზოლი იწვის უფრო ჭვარტლიანი ალით. მათი ეს თვისებები დააკავშირეთ მათ შედგენილობასთან.
- 12 1 მოლი ბენზოლის ქლორთან ჩანაცვლების რეაქციაზე იხარჯება მაქსიმუმ 6 მოლი, მიერთების რეაქციაზე კი 3 მოლი  $Cl_2$ . ახსენით მიზეზი.



## თემა 4.9. სტიროლი

*რომელი ნივთიერებები გამოიყენება ამ ნივთების დამზადებაში, როგორც ნედლეული?*

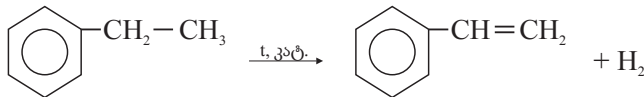
გვერდით ჯაჭვში უჯერი ნახშირწყალბადის რადიკალის მქონე არომატული ნახშირწყალბადის ყველაზე მარტივი წარმომადგენელი ვინილბენზოლი ანუ სტიროლია.



ვინილბენზოლი (სტიროლი)

სტიროლის მოლეკულაში ყველა ნახშირბადატომი  $sp_2$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია. ის არ შეესაბამება არენების ზოგად ფორმულას და არ მიეკუთვნება არენებს.

**მიღება.** მრეწველობაში სტიროლი მიიღება ეთილბენზოლის დეჰიდრირებით.



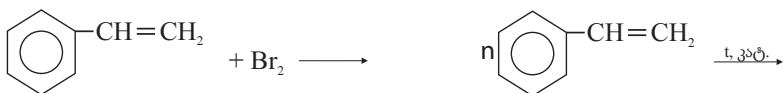
**ფიზიკური თვისებები.** სტიროლი სასიამოვნო სუნის უფერო, წყალში უხსნადი ნივთიერებაა. მომწამლაკია, აღიზიანებს სასუნთქი გზების ლორწოვან გარსს და თვალებს.

**ქიმიური თვისებები.**

### საკმეათობა

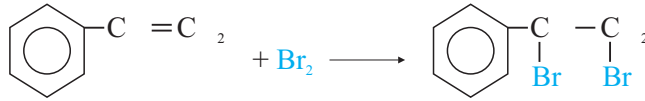


დაწერეთ რეაქციის პროდუქტები და შეავსეთ ამ რეაქციების შესაბამისად ქვემოთ მოცემული რეაქციის სქემები.

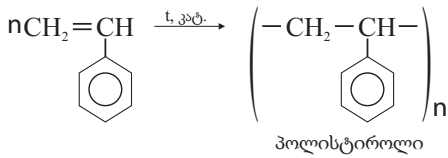


*რომელი თვისებები ახასიათებს სტიროლს ეთილბენზონთან შედარებით, ბენზოლიდან კი განსხვავებული?*

მოლეკულაში გვერდით ჯაჭვში ორმაგი ბმის (უჯერი რადიკალი) არსებობის ხარჯზე სტიროლი ქიმიური თვისებების მიხედვით განსხვავდება ბენზოლისა და მისი ჰომოლოგებისაგან. სტიროლი ალკენების მსგავსად ჩვეულებრივ პირობებში ბრომიან წყალს (ასევე კალიუმპერმანგანატის ხსნარს) აუფერულებს:



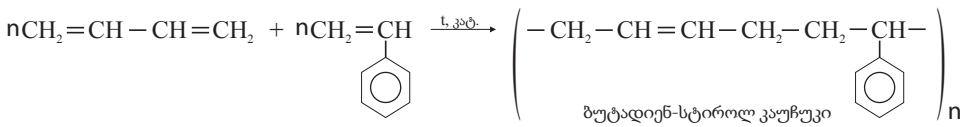
სტიროლის პოლიმერიზაციის შედეგად წარმოიქმნება პოლისტიროლი:



**ქიმიის როლი**

პოლისტიროლი ფართოდ გამოყენება ყოფაცხოვრებაში გამოყენებული პლასტიკური მასალების დამზადებაში და მოწყობილობებისა და მანქანათმშენებლობის მრეწველობაში, როგორც დეტალების შემცველი მასალა.

სტიროლის ბუტადიენ-1,3-თან პოლიმერიზაციის შედეგად (სოპოლიმერიზაცია) მიიღება მაღალი ხარისხის სინთეზური კაუჩუკი ბუტადიენ-სტიროლის კაუჩუკი.



**ქიმიის როლი**

ბუტადიენ-სტიროლის კაუჩუკი მდგრადია სითბოს, სიცივისა და დეფორმაციის მიმართ. ის გამოიყენება ავტომობილის შინების, კონვეიერისა და ექსკალატორის ლენტების, ფეხსაცმელებისათვის მსუბუქი და ფოროვანი ძირების, ჩექმების, პლასტიკური ჭურჭლის დამზადებაში.

**რა ისწავლეთ?**

სტიროლი ფენილისა და ..... შედგება. მის მოლეკულაში 24 ..... არის. ვინილბენზოლი ბენზოლისაგან განსხვავებით ..... აუფერულებს. სტიროლის ..... პოლისტიროლი მიიღება.

პოლიმერიზაცია; ვინილის რადიკალი; ბრომიანი წყალი;  $sp^2$  ჰიბრიდული ორბიტალი.



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- 1 რომელი რადიკალის მიერთებით მიიღება სტიროლი?
  1. ეთილი. 2. ბენზილი 3. მეთილი 4. ვინილი 5. ფენილი.
  - ა) 1, 2 ბ) 3, 5 გ) 2, 4 დ) 1, 5 ე) 4, 5
- 2 დაალაგეთ ნივთიერებები ფარდობითი მოლეკულური მასის ზრდის თანმიმდევრობით
  1. ტოლუოლი 2. მ-ქსილოლი 3. სტიროლი
  - ა) 1, 2, 3 ბ) 1, 3, 2 გ) 2, 3, 1 დ) 2, 1, 3 ე) 3, 2, 1
- 3 შეადარეთ სტიროლისა და ტოლუოლის პოლიმერიზაციის უნარი და დაასაბუთეთ პასუხი.
- 4 რომელი ნივთიერებების დახმარებით შეიძლება განვასხვავოთ სხვადასხვა ჭურჭელში მყოფი ქვემოთ მოცემული ნივთიერებები?
  1. ბენზოლი და სტიროლი ა. ბრომიანი წყალით
  2. ბენზოლი და ტოლუოლი ბ. კალიუმპერმანგანატის ხსნარით
  3. ტოლუოლი და სტიროლი
  - ა) 1-a; 2-a, b; 3-b ბ) 1-b; 2-a, b; 3-a გ) 1-a, b; 2-a; 3-b
  - დ) 1-a, b; 2-b; 3-a ე) 1-a; 2-b; 3-a, b
- 5 მინიმუმ რამდენ გრამ სტიროლს სრულად გააუფერულებს 200 გრ. 1,6%-იანი ბრომიანი წყალხსნარი?
  - ა) 1,04 ბ) 2,08 გ) 3,12 დ) 4,16 ე) 5,24

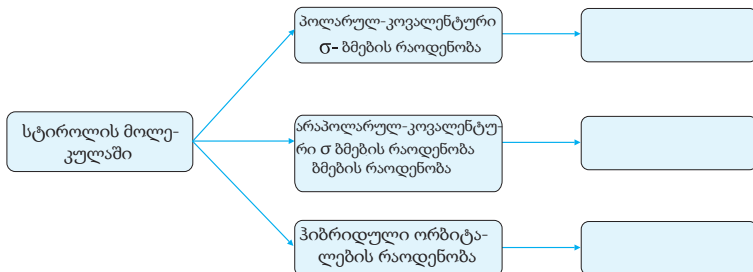
დეჰიდრირებული ეთილბენზოლის მასა, გრ.	მიღებული სტიროლის მასა, გრ.	რეაქციის გამოსავალი, %
424	x	75

განსაზღვრეთ x.

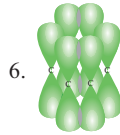
7. განსაზღვრეთ ნივთიერებებისათვის სწორი (+) და მცდარი (-) განმარტებები.

	ბენზოლი	ტოლუოლი	სტიროლი
მოლეკულაში ყველა წყალბადატომი $sp^2$ ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ჩვეულებრივ პირობებში ბრომიანი წყალი აუფერულებს.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
შედგენილობა შეესაბამება $C_nH_{2n-6}$ ზოგად ფორმულას.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
განიცდის პოლიმერიზაციას.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 8 შეავსეთ სქემა.



9 სქემის მიხედვით ელექტრონული ღრუბლების რომელი გადაფარვით წარმოქმნილი ბმები სტიროლის მოლეკულის შესაბამისია? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრებები.



10 ბენზოლი → ეთილბენზოლი → სტიროლი → პოლისტიროლი.  
დაწერეთ სქემის შესაბამისი რეაქციის ტოლობები.

11 რამდენი მოლი  $H_2$  უერთდება 1 მოლ სტიროლის მოლეკულას? ნახშირწყალბადების რომელ კლასს მიეკუთვნება ამ დროს მიღებული ნივთიერებები?

12 შედის თუ არა რეაქციაში ბენზოლის რგოლის მქონე  $C_6H_6$  ფორმულის ნაერთი ვერცხლის (I) ნიტრატის ამიაკურ ხსნართან? შეადგინეთ ნივთიერების სტრუქტურული ფორმულა და დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

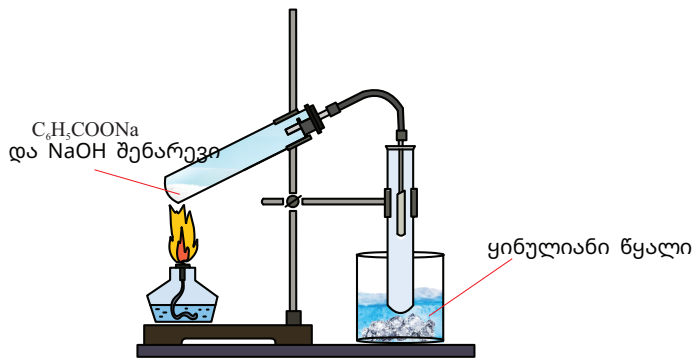


**პრაქტიკული სამუშაო №3**

**ბენზოლის მიღება და თვისებები**

**რეაქტივები და მოწყობილობები:** ნატრიუმბენზოლატი, ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, მარილი, აირგამყვანი მილი, როდანი, შტატივი, მინის წკირი, 100 მლ-იანი ჭიქა, სინჯარები.

**სამუშაოს მსგელობა:** როდანში 1 გრ. ნატრიუმის ბენზოლატი და 2 გრ. ნატრიუმის ჰიდროქსიდი აურიეთ და მტვრად აქციეთ. ნარევი მოათავსეთ სინჯარაში და მოარგეთ სინჯარას აირგამყვანმილიანი საცობი, სინჯარა დახრილად დაამაგრეთ შტატივის ღეროზე. აირგამყვანი მილის მეორე ბოლო ჩაუშვით ყინულიანი წყალით გაციებულ მიმღებ სინჯარაში.



სინჯარა, რომელშიც ნარევია მოთავსებული ჯერ მთლიანად, შემდეგ კი ნარევის მხარე გაზის ლამპით გაახურეთ. მიღებული ბენზოლის დადგენა ხდება სუნისა და წვის მიხედვით. ამისათვის მინის წკირს სინჯარაში დაგროვილ სითხეში ასველებენ და გაზის ლამპის ალზე წვავენ. მიღებული სითხიდან 5-6 წვეთი ორ სხვადასხვა სინჯარაზე დაამატეთ. სინჯარებიდან ერთს 1-2 მლ ბრომიანი წყალი, მეორეს კი 1-2 მლ. კალიუმპერმანგანატის ხსნარი დაამატეთ და სინჯარები შეინახეთ.

- დაწერეთ ნატრიუმის ბენზოლატის რეაქცია ნატრიუმის ჰიდროქსიდთან.
- როგორი ალით იწვის ბენზოლი გაზის ლამპაში? რით შეიძლება აიხსნას ეს?
- რომელ ნივთიერებას ამსგავსებენ ბენზოლის წვის მიხედვით?
- აუფერულებს ბენზოლი ბრომიან წყალსა და კალიუმპერმანგანატის ხსნარს? ახსენით მიზეზი.



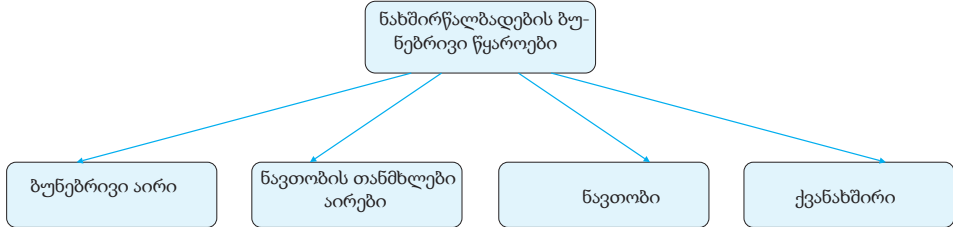
# V V განყოფილება

## ნახშირწყალბადების ბუნებრივი წყაროები

- თემა 5.1. ნახშირწყალბადების ბუნებრივი წყაროების შესახებ ზოგადი ცნობები
- თემა 5.2. ნავთობი და მისი პირველადი გადამუშავება.
- თემა 5.3. ნავთობპროდუქტების მეორეული გადამუშავება.
- თემა 5.4. ნავთობპროდუქტების ხარისხი და გამოყენება.
- თემა 5.5. ქვანახშირი და მისი გადამუშავება.

## თემა 5.1. ნახშირწყალბადების ბუნებრივი წყაროების შესახებ ზოგადი ცნობები

ნახშირწყალბადები ბუნებაში ფართოდაა გავრცელებული. ნახშირწყალბადების ძირითადი ბუნებრივი წყაროები სქემაზეა მოცემული:



**ბუნებრივი აირის** – მთავარ ნაწილს შეადგენს მეთანი (80-97%). დანარჩენს კი ეთანი, პროპანი, ბუტანი და ცოტა რაოდენობით დანარჩენი აირების ნარევი. ნახშირწყალბადების მოლური მასის ზრდასთან ერთად მცირდება მათი რაოდენობა ბუნებრივ აირში. სხვადასხვა საბადოების ბუნებრივი აირის შედგენილობა ერთნაირი არ არის. ბუნებრივი აირის საშუალო შედგენილობა (%-ით მოცულობითი წილის მიხედვით) ქვემოთ მოცემული სახისაა.

CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	N <sub>2</sub> და სხვა აირები
80–97	0,5–4,0	0,2–1,5	0,1–1,0	0–1,0	2–3

ბუნებრივი აირის საშუალო შედგენილობა (%-ით მოცულობითი წილის მიხედვით) ქვემოთ მოცემული სახისაა.

ბუნებრივ აირს, როგორც საწვავს დიდი უპირატესობა აქვს მყარ და თხევად საწვავთან შედარებით. მისი წვისას სითბო გაცილებით დიდია და არ წარმოქმნის ნაცარს. საწყისი ბუნებრივი აირის შედგენილობის 90% გამოიყენება თქობილექტროსადგურებში, სამრეწველო დაწესებულებებში და ყოფაცხოვრებაში როგორც საწვავი. დანარჩენი 10% კი ქიმიურ მრეწველობისათვის ძვირფასი ნედლეულია. მისგან მიიღება ეთილენი, აცეტილენი, წყალბადი, მური, სხვადასხვა პლასტიკური მასალები და სხვა პროდუქტები. გარდა ამისა ბუნებრივი აირი ავტოტრანსპორტისათვის გამოიყენება, როგორც საწვავი. ბუნებრივი აირის გამოყენება ბენზინის ეკონომიის და სრული წვის გამო ქიმიური ნაერთებისაგან გარემოს გაჭუჭყიანების შემცირების საშუალებას იძლევა.

**ნავთობის თანმხლები აირები** – ნავთობის თანმხლები აირები - ნავთობის ზედა ფენაზე ან წნევის საშუალებით ნავთობში გახსნილი სახით არის. ნავთობის მოპოვებისას აირი გამოეყოფა მას, რადგან ხდება წნევის მკვეთრი შემცირება. წინათ თანმხლებ აირებს არ იყენებდნენ და იქვე სარეწში წვავდნენ. ამჟამად ამ აირებს, შეიძლება ითქვას სრულად გამოყოფენ, ვინაიდან ის ისევე, როგორც ბუნებრივი აირი, კარგი საწვავი და ქიმიური მრეწველობის ძვირფასი ნედლეულია. ნავთობის თანმხლები აირების შედგენილობაში მეთანის გარდა მნიშვნელოვანი რაოდენობით არის ეთანი, პროპანი, ბუტანი და პენტანი. ამიტომ თანმხლები აირის ქიმიური გადამამუშავებით უფრო მეტი ნივთიერების მიღება შეიძლება, ვიდრე ბუნებრივი აირიდან. ბუნებრივ აირთან შედარებისას ნავთობის თანმხლებ აირებში მეთანის რაოდენობა ცოტაა, მისი ჰომოლოგების რაოდენობა კი ბევრი.



### ვაკისხნით

წნევის ვაზრდა, ზრდას აირების გათხევადებას.

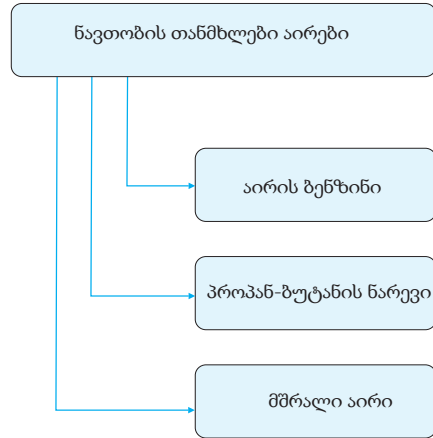
აირის გადამამუშავებელ ქარხნებში ნავთობის თანმხლები აირები ქვემოთ მოცემულ ფრაქციებად იყოფა:

**აირის ბენზინი** – შედგენილობაში აქროლად ნახშირწყალბადებს (პენტანი, ჰექსანი და სხვ.) შიგავს. გამოიყენება ბენზინებში ჩასამატებლად, რათა ძრავის ამუშავებისას ბენზინი უკეთესად ააღდეს.

**პროპან-ბუტანის ნარევი** (გათხევადებული აირი) გამოიყენება ყოფაცხოვრებაში და ავტომობილებისათვის, როგორც საწვავი.

**მშრალი აირი** – შედგენილობის მიხედვით ბუნებრივი აირის (ძირითადად, მეთანი და ეთანი) მსგავსია, გამოიყენება აცეტილენის, წყალბადის და სხვა ნივთიერებების მისაღებად და აგრეთვე საწვავად.

გარდა ამისა თანმხლები აირებისაგან ქიმიური გადამამუშავებისათვის გამოყოფენ - ეთანს, პროპანს, ნ-ბუტანს და სხვ. რომლებიც უჯერი ნახშირწყალბადების მისაღებად გამოიყენება.



**?** *იცით თუ არა, რომ...*

ნავთალანის ნავთი 70-ზე მეტი დაავადების სამკურნალოდ გამოიყენება. ცნობილია მოგზაურმა მარკო პოლომ ნავთალანის ნავთს "კანის დაავადებების მკურნალი სასწაულმოქმედი მალამო" უწოდა.

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- 1 რომლებია ნახშირწყალბადების ძირითადი ბუნებრივი წყაროები?
- 2 ჩამოთვალეთ ბუნებრივი აირსა და ნავთობის თანმხლებ აირების შედგენილობის მსგავსი და განსხვავებული მხარეები.
- 3 რამდენი %-ით შემცირდება 100 მ<sup>3</sup> მოცულობის მქონე დახურულ ოთახში 1 მ<sup>3</sup> (ნ.პ.) ბუნებრივი აირის დაწვის შემდეგ O<sub>2</sub>-ის მოცულობითი წილი (ნ.პ.)? ( გაითვალისწინეთ, რომ ბუნებრივი აირის შედგენილობაში მოცულობის 90% - CH<sub>4</sub>, 4%- C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 6% N<sub>2</sub> და ოთახის ჰაერში ჟანგბადი 20%-ია).
- 4 რომელ ფრაქციებად იყოფა აირის გადამამუშავებელ ქარხნებში ნავთობის თანმხლები აირები და რომელი მიზნისათვის გამოიყენება ისინი?
- 5 შეადგინეთ ბუნებრივი აირიდან მიღებული ნივთიერებების მაჩვენებელი სქემა და დაწერეთ რეაქციის ტოლობები.
- 6 შემოგვთავაზეთ სქემა ბუნებრივი აირიდან ბენზოლის მისაღებად. დაწერეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობები..



## თემა 5.2. ნავთობი და მისი პირველადი გადამუშავება

**ნავთობი**- მუქი ყავისფერი ან შავი ფერის, წყალზე მსუბუქი და წყალში პრაქტიკულად უხსნადი, თავისებურსუნანი წვადი სითხეა. ნავთობი მილიონი წლების განმავლობაში მცენარეული და ცხოველური ნაშთების ქიმიური და ბიოლოგიური გარდაქმნების შედეგად წარმოიქმნება.

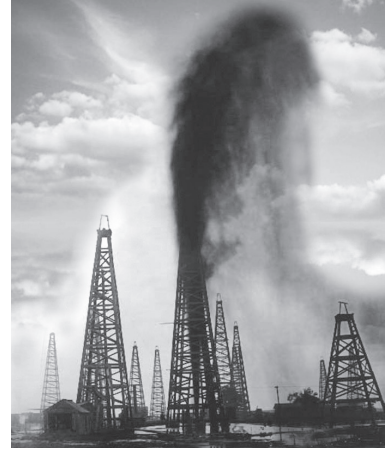
ნავთობის შედგენილობაში რადგანაც აირად, თხევად და მყარ მდგომარეობაში მყოფი სხვადასხვა ნახშირწყალბადები ( ძირითადად, ალკანები, ციკლოალკანები და არომატული ნახშირწყალბადები) შედიან, ამიტომაც მისი დუღილის ტემპერატურა არ არის სტაბილური. შედგენილობაზე დამოკიდებულებით ნავთობი დულს ტემპერატურის სხვადასხვა ინტერვალში.

სხვადასხვა საბადოს ნავთობი შეიძლება იყოს სხვადასხვა შედგენილობის. ასე რომ ბაქოს ნავთობი მდიდარია ციკლოალკანებით, გროზნის ნავთობი ნაჯერი ნახშირწყალბადებით, ურალის ნავთობი კი არომატული ნახშირწყალბადებით უფრო მდიდარია. სიმკვრივის მიხედვით ანსხვა-ვებენ მსუბუქ და მძიმე ნავთობებს.

მსოფლიოში ნავთობის მარაგი 550-600 მილიარდ ტონადაა შეფასებული

თანამედროვე პერიოდში ყოველწლიურად მსოფლიოში 3 მილიარდი ტონა ნავთობს მოიპოვებენ. მისი ძირითდი ნაწილი გამოიყენება სხვადასხვა სახეობის საწვავად და როგორც ნედლეული საპოხი მასალების წარმოებაში. ნავთობი აგრეთვე ქიმიური მრეწველობისათვის ძვირფასი ნედლეულია. ნავთობისაგან გამოყოფილი ნივთიერებებისაგან მიიღება სინთეზური კაუჩუკი, სამკურნალო პრეპარატები, სინთეზური აბრეშუმი, საპონი, პლასტიკური მასები, ასაფეთქებელი ნივთიერებები და მრავალი სხვა პროდუქტი.

მიწის წიაღიდან მოპოვებულ ნავთობს ნედლი ნავთობი ეწოდება. ნედლი ნავთობი პირდაპირ არ გამოიყენება, მის გადამუშავებისას სხვადასხვა პროდუქტი მიიღება.



ნავთობის შადრევანი



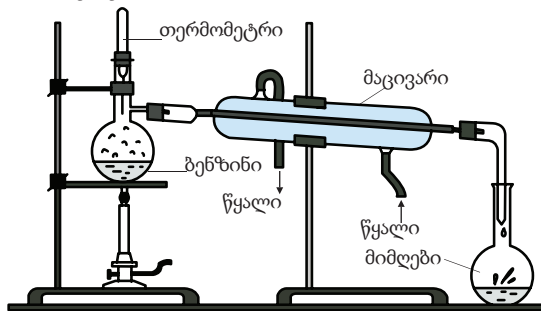
იცით თუ არა, რომ...

მსოფლიოში პირველად მექანიკური გაბურღვის (ჭაბურღილი) ხერხით ნავთობის მოპოვება 1848 წელს ბიბი-ჰეიბეთში განხორციელდა.



### საქმიანობა

ბენზინის ფრაქციებად დაყოფა.



ააწყეთ სურათზე ნახაზი დანადგარი. პირველ კოლბას 100 მლ. ბენზინი დააბატეთ და გააცხელეთ. ტემპერატურის ყოველ 10°C ზრდისას მიღებული ფრაქცია გამოყავით და განსაზღვრეთ სასწორზე მასა და ცილინდრში მოცულობის ზომა.

- რა აზრი შეიძლება გამოთქვას მიღებული ფრაქციების მასისა და მოცულობის საფუძველზე მის სიმკვრივის შესახებ?

რატომ ისრდება ნარევის დუღილის ტემპერატურა დროთა განმავლობაში?

**ნავთობის პირველადი გადამუშავება.** ნავთობის პირველადი გადამუშავება ფიზიკურ პროცესებს ეფუძნება. ნედლი ნავთობი აირებისაგან, წყლისაგან და მინერალური ნარევისაგან ( ქვიშა, თიხა, მინერალური მარილები და სხვა) იწმინდება. შემდეგ კი ნავთობი ფრაქციულ დისტილაციას განიცდის. პროცესი ტარდება სარექტიფიკაციო კოშკში..

**ფრაქციის დისტილაცია (რექტიფიკაცია) - ნარევის კომპონენტებად დაყოფის პროცესია.**

რადგან ნავთობის შედგენილობაში შემავალი ნახშირწყალბადების უმეტესობის დუღილის ტემპერატურა ერთმანეთთან ახლოსაა, ამიტომ დისტილაციის დროს სუფთა ნივთიერებები კი არა, არამედ გარკვეული დუღილის ტემპერატურის ინტერვალის მქონე ფრაქცია მიიღება.

მილოვან ღუმელში 350 – 400°C-მდე გახურებული ნავთობი შედის სარექტიფიკაციო კოშკში. სარექტიფიკაციო კოშკში ხვრეტილებიანი ტიხრები (თეფშები) ჰორიზონტალურადაა მოთავსებული. სარექტიფიკაციო კოშკში მიმდინარეობს ნავთობის შემადგენლობაში თხევად მდგომარეობაში მყოფი კომპონენტების უწყვეტი აორთქლება და კონდენსაციის პროცესი. უფრო მაღლა თეფშებზე უფრო დაბალ ტემპერატურაზე მდულარე ფრაქციები, ქვევით კი უფრო მაღალ ტემპერატურაზე მდულარე ფრაქციები გროვდება. ნავთობის პირველადი გადამუშავებისაგან, ძირითადად, მიიღება ქვემოთ მოცემული ფრაქციები.

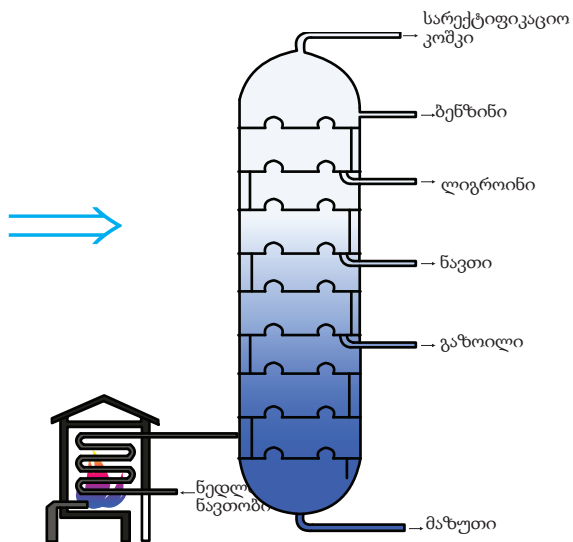
**აირადი ფრაქციის (რექტიფიკაციის აირი, დუღილის ტემპერატურა 40°C-მდე) შედგენილობაში შედის CH<sub>4</sub> – C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> ნახშირწყალბადები.** წინათ ამ აირებს ჩირალდნების წესით წვავდნენ. დღესდღეობით ამ აირებს გამოყოფენ და გამოიყენებენ, როგორც საწვავს და ქიმიურ ნედლეულს.

**გავისხნოთ**

დისტილაციის ხერხი ნარევის კომპონენტების დუღილის ტემპერატურათა სხვაობაზე დაფუძნებული დაყოფის ხერხია..



სარექტიფიკაციო კოშკი



**ბენზინის ფრაქციის** (დუდილის ტემპერატურა 40-200°C) შედგენილობაში შედის  $C_5H_{12}$ - $C_{11}H_{24}$  ნახშირწყალბადები. ამ ფრაქციის ხელმეორე დისტილაციით ნარევიდან გამოიყოფა დუდილის ტემპერატურის უფრო დაბალი ინტერვალის მქონე მსუბუქი ნავთობპროდუქტები: **პეტროლეინის ეთერი** (40-70°C), **აგაიციისა და აკტომობილების ბენზინი** (70-120°C).

**ლიგროინის ფრაქციის** (დუდილის ტემპერატურა 150-250°C) შედგენილობაში შედის  $C_8H_{18}$ - $C_{14}H_{30}$  ნახშირწყალბადები. ეს ფრაქცია საწვავის სახით გამოიყენება ტრაქტორების, სატვირთო მანქანებისა და ორთქმავლებისათვის.

**ნავთის ფრაქციის** (დუდილის ტემპერატურა 180-300°C) შედგენილობაში შედის  $C_{12}H_{26}$ - $C_{18}H_{38}$  ნახშირწყალბადები. ეს ფრაქცია საწვავის სახით გამოიყენება რეაქტიული თვითმფრინავებისა და რაკეტებისათვის.

**გაზოილი** (დუდილის ტემპერატურა 270-350°C) საწვავის სახით გამოიყენება დიზელებისათვის.

მოცემული ფრაქციების გამოხდის შემდეგ რჩება შავი ფერის ბლანტი სითხე- მაზუთი. მაზუთი გამოიყენება საწვავად საქვაზე დანადგარებში. მისი მთავარი ნაწილის ვაკუუმში (დაბალ წნევაზე) დამატებითი დისტილაცია ხდება. ამ პირობებში მაზუთისაგან მიიღება სოლარის ზეთები (მისგან საწვავი დიზელისათვის და საპოხი ზეთები), ვაზელინი (კოსმეტიკური და სამკურნალო საშუალებების საფუძველი), პარაფინი (სანთლების დამზადებაში). ის გამოიყენება გზებზე ასფალტის დაგებისათვის.

ნავთობის ფრაქციული დისტილაციის დროს ბენზინის ფრაქციის გამოსავალი არ აღემატება 20%-ს.

ნავთობის მოპოვებისა და გადამუშავების დროს გარემო ბინძურდება ნავთობითა და ნავთობპროდუქტებით. ნავთობით დაბინძურება, ძირითადად, სახიფათოა წყლის ავზებისათვის. ნავთობის მოპოვებისა და ტრანსპორტირების დროს (მაგალითად, ტანკერების ავარიები), ნავთობგადამამუშავებელი დაწესებულებების ჩამდინარე წყლებით ნავთობპროდუქტები ხვდება წყლის გარემოში. ნავთობპროდუქტები წყლის ზედაპირზე თხელი ფენის წარმოქმნით ართულებს აირთა ცვლას და მიზეზი ხდება წყალში მცხოვრები ცოცხალი ორგანიზმების დაღუპვისა. ნავთობის მძიმე ფრაქციები წყლის ავზების ფსკერზე დაგროვებით აზიანებს ფლორასა და ფაუნას.

**იცით თუ არა, რომ...**

2010 წელს მექსიკის ყურეში მომხდარი ავარიის დროს 800 მილიონი ლიტრამდე წველი ნავთობი ჩაიღვარა წყალში. ამ ავარიის დროს წარმოქმნილი ხუთი ნავთობის ლაქიდან ერთის სიგრძე 16 კმ, დანარჩენების 90 მეტრი, შეღწევის ხარისხი კი 1300 მეტრს შეადგენდა.



ა



ბ

მექსიკის ყურეში მომხდარი ავარიის დროს გაჩენილი ხანძარი (ა) და ნავთობის ლაქა (ბ).

გარდა ამისა ბენზინისა და სხვა საწვავების დაწვის დროს ნახშირორჟანგთან ერთად წარმოიქმნება მხუთავი აირი და აზოტის ოქსიდები. მრავალ ქვეყანაში ამ აირების რაოდენობის და შხამიანობის აღკვეთისათვის გამოიყენება პლატინის კატალიზატორის შემნახველი კონვერტორები. შედეგად მიმდინარეობს ნახშირწყალბადების დაუწველი ნაწილის კატალიზური დაჟანგვა, მხუთავი აირის ნახშირორჟანგად, აზოტის ოქსიდების მოლეკულურ აზოტად და ჟანგბადად გარდაქმნა.

 **შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- 1 ჩამოთვალეთ ნავთობის რექტიფიკაციის დროს მიღებული ფრაქციები დუდილის ტემპერატურის ზრდის თანმიმდევრობით.
- 2 ა) დახურულ ადგილებში (მაგალითად, სადგომებში) არ შეიძლება ავტომობილის ძრავის ამუშავებულ მდგომარეობაში შენახვა. ამ დროს აუცილებელია სადგომის ჰაერის მუდმივი გამოცვლა.  
ბ) არ შეიძლება საავტომობილო გზების ახლოს კენკრის, მწვანილის, სოკოს მოკრეფა და გამოყენება, ასევე მსხვილფეხა საქონლის დაბალახება.  
გ) გზაზე ნავთობპროდუქტების (ბენზინი, ძრავის ზეთი და სხვ.) დაღვრისას ასფალტის საფარის ეს ნაწილი თანდათან იშლება. ახსენით მიზეზი.

- 3 რამდენი მ<sup>3</sup> ბენზინის ფრაქცია მიიღება 10 მ<sup>3</sup> ნავთობის ფრაქციის დისტილაციის დროს?
- 4 მაზუთი → ვაკუუმში დისტილირებული პროდუქტები → შეადგინეთ ფრაქციების გამოყენების სფეროს თანმიმდევრობის სქემა.

5 შეავსეთ ცხრილი.

ნავთობპროდუქტი	გამოყენების სფერო

- 6 ავტომობილებში საწვავის სახით წყალბადის გამოყენება ეკოლოგიურად ბენზინთან შედარებით უფრო ხელმისაწვდომია. ახსენით მიზეზი.

 **საშინაო დაფალება**

მოამზადეთ პრეზენტაცია სახელწოდებით “ნავთობი და ნავთობპროდუქტების მიერ გარემოს დაბინძურება და მისი აღკვეთის გზები“.

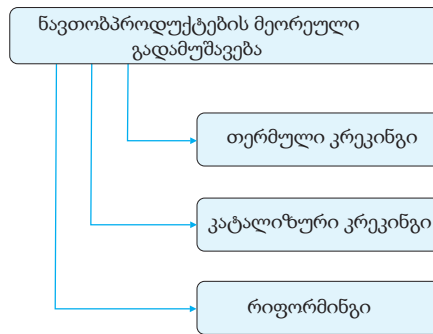
### თემა 5.3. ნავთობპროდუქტების მეორეული გადამუშავება



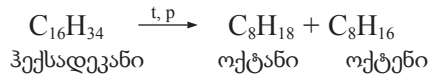
ყოველწლიურად იზრდება სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობა. დღესდღეობით მსოფლიოში ავტომობილების რაოდენობა აღმატება ერთ მილიარდს. ნავთობის პირველადი გადამუშავებით მიღებული ბენზინი ვერ აკმაყოფილებს საწვავზე მოთხოვნილებებს.

*როგორ შეიძლება გაიზარდოს ბენზინისა და სხვა საწვავი პროდუქტების რაოდენობა?*

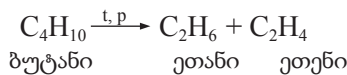
თუ დაიშალა დიდი მოლეკულური მასის მქონე ნახშირწყალბადები, მაშინ ბენზინის ფრაქციის შესაბამისი მცირე მოლეკულების მიღება შეიძლება. XIX საუკუნის ბოლოს ნავთობის მაღალ ტემპერატურაზე მდულარე ფრაქციების ქიმიური ხერხით გადამუშავებით ბენზინის მიღების ახალი ხერხი იქნა შემოთავაზებული. ამის საფუძველს შეადგენს მაღალმოლეკულური მასის ნახშირწყალბადების გახლეჩა ბენზინის ფრაქციის შესაბამის დაბალ მოლეკულური მასის ნახშირწყალბადებად. ამ პროცესს კრეკინგი (*Cracking*-ინგლისური სიტყვაა და ქართულად ნიშნავს გახლეჩას) ეწოდება. კრეკინგი მძიმე ნავთობპროდუქტების (მაზუთი, კერასინი, ლიგროინი) მეორეული გადამუშავების პროცესია. ნავთობპროდუქტების მეორეული გადამუშავების დროს მიმდინარეობს ქვემოთ მოცემული პროცესები:



**თერმული კრეკინგი.** ამ პროცესს ახორციელებენ 470 – 550°C და 2-7 მპა წნევაზე. თერმული კრეკინგის დროს ნახშირწყალბადის ჯაჭვი გახლეჩით გარდაიქმნება უფრო დაბალმოლეკულურ ნაჯერ და უჯერ ნახშირწყალბადის მოლეკულებად.



ამ რეაქციებიდან მიღებული ნივთიერებებიც განიცდიან გახლეჩას:



თერმული კრეკინგით მიღებული ბენზინის შედგენილობაში ალკენების დიდი რაოდენობა დამოკიდებულია მის დეტონაციურ მედეგობასთან. მაგრამ ასეთი ბენზინის შენახვისას ალკენები ადვილად იჟანგება და განიცდის პოლიმერიზაციას. ასეთი ბენზინი დაწვის დროს ცილინდრის



კედლებზე, სარქველებზე და ძრავის სხვა ნაწილებზე წარმოქმნის ნაძვს. ამის გამოც თერმული კრეკინ-ბენზინი მედეგი რომ გახდეს ამატებენ ანტიმჟანგავებს.

რაც უფრო მაღალია კრეკინგის ტემპერატურა მით უფრო მეტი დაბალმოლეკულური ნახშირწყალბადები წარმოიქმნება. (ეთილენი, აცეტილენი) და არომატული ნახშირწყალბადები (ბენზოლი, ტოლუოლი). კრეკინგის ამ სახეობას პიროლიზი ეწოდება.

**პიროლიზი** - მაღალ ტემპერატურაზე (700 – 1000°C) უჰაეროდ ორგანული ნივთიერებების გახლეჩაა.

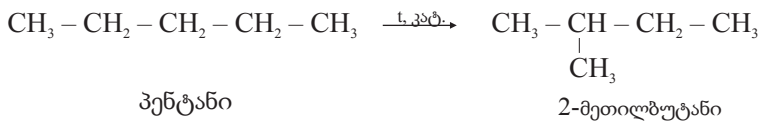
კატალიზური კრეკინგი. ამ პროცესის დროს კატალიზატორის თანაობისას შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე (450 – 500°C) მიმდინარეობს ნახშირწყალბადების გახლეჩა. თერმულ კრეკინგთან შედარებით კატალიზური კრეკინგს აქვს ქვემოთ მოცემული უპირატესობები.

- უფრო დიდი სიჩქარის პროცესი;
- ნახშირწყალბადების იზომერიზაციის ხარჯზე იზომერული აღნაგობის ალკანების მიღება და ალკენების ნაკლები რაოდენობა;
- ორგანულ სინთეზში ნედლეულის სახით გამოყენებული აირადი სახის პროდუქტების მაღალი გამოსავლის მიღება;
- მაღალი ოქტანური რიცხვის მქონე და დიდხანს შენახვისას უფრო მდგრადი ბენზინის წარმოქმნა.

კატალიზური კრეკინგის ძირითადი პროდუქტები ქვემოთ ცხრილშია მოცემული.

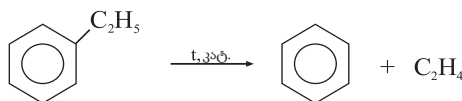
პროდუქტი	ფრაქციების შედგენილობა
კრეკინგ-აირი	80% C <sub>3</sub> –C <sub>5</sub> ნახშირწყალბადები (მათგან იზოალნაგობის 40%-მდე)
კრეკინგ-ბენზინი	იზოალკენები 25%, იზოალკანები 55%, არომატული ნახშირწყალბადები 20-30%.
დიზელის საწვავი (მსუბუქი გაზოილი)	არომატული ნახშირწყალბადები - 40-80%.
ფართო ფრაქცია (მძიმე გაზოილი)	კონდენსირებული ნახშირწყალბადები - 40-60%.

კატალიზური კრეკინგის დროს ნახშირწყალბადების გახლეჩის პარალელურად, მიმდინარეობს ნახშირწყალბადების იზომერიზაცია:



**რიფორმინგი** - ნავთობპროდუქტების გადამუშავების ძირითადი პროცესებიდან ერთ-ერთია. რიფორმინგის პროცესის დროს წარმოიქმნება არომატული ნახშირწყალბადები და შედეგად იზრდება ბენზინის ოქტანური რიცხვი. ამ დროს, როგორც კატალიზატორი გამოიყენება პლატინა. რიფორმინგის პროცესის დროს მიმდინარეობს ქვემოთ მოცემული რეაქციები:

1. ალკანების დეჰიდროციკლიზაცია

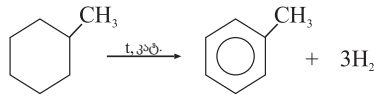




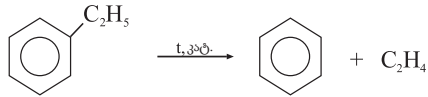
იზნეთ მირზააღა კიზი ორუჯოვა (1909-1983)

აზერბაიჯანელი ქიმიკოსი, აკადემიკოსი. საპოხი ზეთების წარმოების ხარისხის გაზრდის შესახებ მნიშვნელოვანი შრომების ავტორია, პირველი აზერბაიჯანელი ქალი კინომსახიობია. მხატვრულ ფილმებში "სევილ"-სა და "ალმაზ" -ში შეასრულა მთავარი როლი.

2. ციკლოალკანების დეჰიდრირება



3. არომატული ნახშირწყალბადების დეალკილირება.



ნავთობქიმიის მრეწველობის განვითარებაში გამოჩენილი აზერბაიჯანელი ქიმიკოსებიდან შეუდარებელი ამაგი ჰქონდათ აკადემიკოსებს - ი.ჰ. მემმედელიევს, ე.მ. კულიევს, ვ.ს. ელიევს, ს.ჯ. მეჰდიევს, მ.ფ. ნადიევს, ი.მ. ორუჯოვს და სხვებს.



შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა

- 1 რა არის პიროლიზის პროცესი? რომელი ნივთიერებები მიიღება, ძირითადად, ამ პროცესი შედეგად?
- 2 რა მიზნით ხდება ნავთობპროდუქტების მეორეული (განმეორებითი) გადამუშავება?
- 3 რომელი უპირატესობები აქვს პროცესს კრეკინგის პროცესში კატალიზატორის გამოყენებისას?
- 4 შეავსეთ ცხრილი.

ნავთობპროდუქტების მეორეული გადამუშავების პროცესები.	პროცესის ძირითადი პროდუქტები

- 5 შეადგინეთ რიფორმინგის პროცესებში მიმდინარე რეაქციების შემაჯამებელი სქემა.
- 6 რომელი ნივთიერებები მიიღება ნავთობპროდუქტების თერმული კრეკინგის დროს ნ-პენტანის გახლეჩით? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება..



სამსიათ დაჯავლება

მოამზადეთ პრეზენტაცია თემაზე: "აზერბაიჯანელი მეცნიერების როლი ნავთობ-ქიმიური მრეწველობის განვითარებაში".

## თემა 5.4. ნავთობპროდუქტების ხარისხი და მისი გამოყენება

ბენზინის ხარისხი განისაზღვრება მისი დეტონაციური მედეგობით (*detoner*-ფრანგული სიტყვაა და ნიშნავს აფეთქებას). დეტონაციის მოვლენა რომ გავიგოთ, გავიხსენოთ, როგორ მუშაობს ავტომობილის შიგაწვის ძრავა.

ძრავის ცილინდრში შეიწოვება ბენზინის ორთქლისა და ჰაერის ნარევი, რომელიც დღუშით შეიკუმშება და ელექტრული ნაპერწკლის საშუალებით ააღდება. საწვავის წვის დროს წარმოქმნილი აირები ფართოვებიან და აამუშავებენ დღუშს. მოცულობის შემცირების ხარისხი ავტომობილის ძრავის მუშაობის მნიშვნელოვანი თვისებაა. რაც უფრო ძლიერად შეიკუმშება ბენზინის ორთქლისა და ჰაერის ნარევი, ძრავა მით უფრო მეტ სიმძლავრეს ავითარებს და ამის გამო შედარებით ნაკლები საწვავი იხარჯება. აღმოჩნდა, რომ ყველა ხარისხის ბენზინი ვერ უძლებს ძლიერ შეკუმშვას. ზოგიერთი ნახშირწყალბადი შეკუმშვისას ნაადრევად ააღდება და არაჩვეულებრივი სისწრაფით იწვის ფეთქებით. დღუშზე აფეთქების ტალღის დარტყმისას ცილინდრში შეიმჩნევა მკვეთრი ხმაური, დეტალები ნაადრევად იცვითება. ძრავის სიმძლავრე ეცემა. ბენზინის ასეთ ფეთქებად წვას დეტონაცია ეწოდება.

საწვავის ხარისხი პირველ რიგში დამოკიდებულია ბენზინის შემადგენლობაში მყოფი ნახშირწყალბადების მოლეკულურ აგებულებაზე. განუტოტველი აღნაგობის ნაჯერი ნახშირწყალბადების დეტონაციისადმი მედეგობა ყველაზე ნაკლებია. განტოტველი აღნაგობის ნაჯერი ნახშირწყალბადების, აგრეთვე უჯერი და არომატული ნახშირწყალბადების დეტონაციისადმი მდგრადობა მაღალია.

დეტონაციური მდგრადობის რაოდენობითი დახასიათებისათვის შემუშავებულია *ოქტანური სკალა*. ოქტანური რიცხვი, რაც უფრო მაღალი იქნება, მით უფრო მაღალი იქნება ბენზინის დეტონაციისადმი მდგრადობა. პირობითად ნ-ჰექსანი მეტად ადვილად დეტონირდება, მისი ოქტანური რიცხვი მიღებულია ნულად, დეტონაციისადმი უფრო მდგრადი იზოოქტანის (2,2,4-ტრიმეთილპენტანის) დეტონაციური მდგრადობა კი მიღებულია 100-ად.

ნაერთი	დეტონაციისადმი მდგრადობა
$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	0
$  \begin{array}{c}  CH_3 \\    \\  CH_3 - C - CH_2 - CH - CH_3 \\    \qquad \quad   \\  CH_3 \qquad \quad CH_3  \end{array}  $	100

თუ ბენზინის ოქტანური რიცხვი 95%-ია, ეს იმის მაჩვენებელია, რომ ბენზინის დეტონაციური მედეგობა მსგავსია 95% იზოოქტანისა და 5% ნ-ჰექსანის ნარევის. ფრაქციული დისტილაციით მიღებული ბენზინის შედგენილობაში, რადგან განუტოტველი აღნაგობის ნახშირწყალბადების რაოდენობა მეტია, ამიტომ მისი ოქტანური რიცხვი მცირეა (50-60). ნახშირწყალბადების ოქტანური რიცხვი მცირდება ქვემოთ მოცემული რიგის მიხედვით.

**არენები → ისოკანები → ციკლოალკანები → ალკენები → ნორმალური ალკანები**

მაღალხარისხოვანი ბენზინის ფრაქციის მისაღებად შემუშავდა ნავთობპროდუქტების ქიმიური გადამამუშავების პროცესები. ამჟამად სატრანსპორტო საშუალებების გამონაბოლქვ აირებში გამოიყენება მავნე ნივთიერებების რაოდენობის მარეგულირებელი ეკოლოგიური სტანდარტები. 2015 წლიდან გამოყენებული *ევრო-6* სტანდარტების მიხედვით ბენზინით მომუშავე ავტომობილებში 1 კმ მანძილის გავლისას გამონაბოლქვი აირების შედგენილობაში CO-ს რაოდენობა 1 გრ, ნახშირწყალბადების 0,1 გრ, აზოტის ოქსიდების კი 0,06 გრ-ზე მეტი არ უნდა იყოს.



**იცით თუ არა, რომ...**

ბენზინის ხარისხის გაუმჯობესებისათვის დიდი ხნის განმავლობაში გამოიყენებოდა ტეტრაეთილტყვია-(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>Pb.



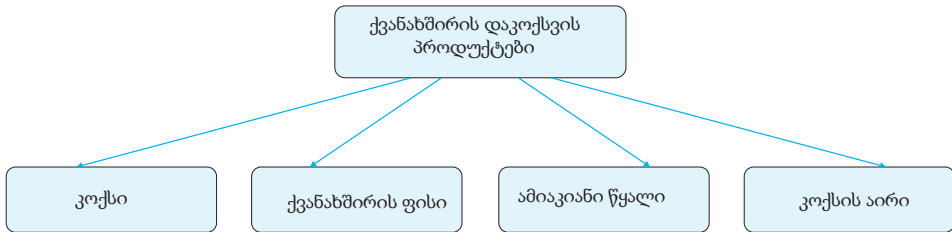


**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- 1 რით ხასიათდება ბენზინის ხარისხი?
- 2 დაალაგეთ ნახშირწყალბადები ოქტანური რიცხვის ზრდის რიგის მიხედვით.
  1. ტულუოლი
  2. ნ-ჰექტანი
  3. მეთილციკლოჰექსანი
 ა) 2, 3, 1    ბ) 2, 1, 3    გ) 1, 3, 2    დ) 1, 2, 3    ე) 3, 2, 1
- 3 რომელი ბენზინი უფრო ხარისხიანია, ნავთობის პირველადი გადამუშავებით მიღებული თუ ხელმეორე გადამუშავებით მიღებული? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება.
- 4 რიფორმინგის პროცესის დროს ეთილციკლობუტანი შედის იზომერიზაციის და დეჰიდრირების რეაქციაში, შედეგად მიიღება ბენზოლი. შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის განტოლებები.
- 5 რა არის ევრო-6 სტანდარტი? ინტერნეტის რესურსების გამოყენებით გაარკვიეთ ჩვენს ქვეყანაში რომელი სტანდარტებია გამოყენებული?
- 6 ბაქოდან ყაზახში მიმავალი ავტომობილი, რომლის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე 80 კმ/სთ-ია, 6 საათის განმავლობაში გამონაბოლქვ აირებში CO-ს მასა შეადგენს 500 გრამს. თქვენი აზრით, შეესაბამება ეს ევრო-6 სტანდარტებს?

## თემა 5.5. ქვანახშირი და მისი წარმოება

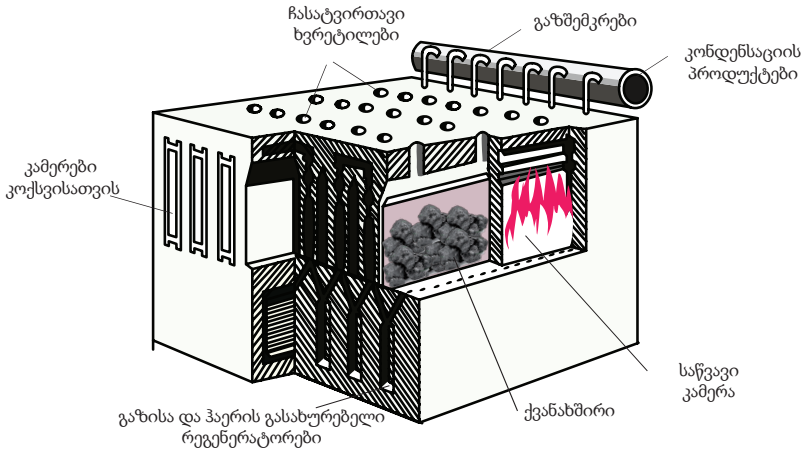
ქვანახშირი - ორგანული წარმოშობის მყარი საწვავია. ბუნებაში ქვანახშირის მარაგი ნავთობის მარაგთან შედარებით უფრო მეტია. ქვანახშირისაგან ნახშირწყალბადების მიღების ძირითადი ხერხებიდან ერთ-ერთი ქვანახშირის კოქსევაა. ამ დროს ქვანახშირის კოქსის განხორციელება ხდება 1000 – 1200°C-მდე. ქვანახშირის კოქსის დროს მიიღება რიგი პროდუქტები.



კოქსის ძირითადი შემადგენელი ნაწილი (96%-ზე მეტი) ნახშირბადაა.

საკოქსავი ღუმელი შედგება შიგნიდან ცეცხლგამძლე მეტალისაგან აშენებული კამერისაგან. ღუმელში ავსებენ 20 ტონა ქვანახშირს და 14-15-საათის განმავლობაში ახურებენ, 1 ტონა ქვანახშირისაგან იღებენ 750-800 კგ კოქსს.

კოქსის დროს მიმდინარეობს პირველადი და განმეორებითი გარდაქმნის პროცესი. პირველადი გარდაქმნის დროს თავდაპირველად მიიღება აირის ნარევი, შემდეგ კი წარმოიქმნება ქვანახშირის ორთქლი და კოქსი. განმეორებითი გარდაქმნის დროს



**გაკვირვებით**

*ფოსფორის, სელიციუმის, კალციუმის კარბიდის მიღების დროს, რკინის შენადნობის წარმოებაში გამოიყენება კოქსი.*

ქვანახშირი - ორგანული წარმოშობის მყარი საწვავია. ბუნებაში ქვანახშირის მარაგი ნავთობის მარაგთან შედარებით უფრო მეტია. ქვანახშირისაგან ნახშირწყალბადების მიღების ძირითადი ხერხებიდან ერთ-ერთი ქვანახშირის კოქსვაა. ამ დროს ქვანახშირის კოქსვის განხორციელება ხდება 1000 – 1200°C-მდე. ქვანახშირის კოქსვის დროს მიიღება რიგი პროდუქტები.

მიღებული კოქსის გამოყოფის შემდეგ აციებენ წარმოქმნილ აქროლად კომპონენტებს (კოქსის აირი). კონდენსირების შემდეგ მიიღება ქვანახშირის ფისი. ამ პროცესში არ კონდენსირდება მრავალი ნივთიერებები - ამიაკი, ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები, წყალბადი, ნახშირბადის ოქსიდები, მეთანი, ეთილენი და სხვ.

აირის ნარევის გოგირდმჟავას ხსნარში გატარებისას ამიაკი შთაინთქმება. რეაქციის დროს წარმოქმნილი ამონიუმის სელფატი კი გამოიყენება როგორც სასუქი. შემდეგ ქვანახშირის ფისისაგან გამოიყოფა ბენზოლი.

კოქსის აირის შედგენილობაში შედის წყალბადი, მეთანი, ნახშირბადის ოქსიდები და სხვადასხვა აირადი ნახშირწყალბადები. კოქსის აირი გამოიყენება საწვავისა და ქიმიურ მრეწველობაში ნედლეულის სახით.

ქვანახშირის გადამუშავების ხერხებიდან ერთ-ერთიც მისი ჰიდრირებაა. ქვანახშირის ჰიდრირების დროს საწვავის შედგენილობაში მყოფი ორგანული ნივთიერებები გარდაიქმნებიან თხევად პროდუქტებად. ეს პროცესი ხორციელდება მაღალ ტემპერატურასა და წნევაზე კატალიზატორის თანხლებით. პროცესის შედეგად მიღებული ნახშირწყალბადების ნარევი ძრავის საწვავის სახით გამოიყენება.

**შეამოწმეთ თქვენი ცოდნა**

- 1 როგორ გესმით, როცა ამბობენ ქვანახშირის დაკოქსვას?
- 2 ძირითადად რომელი პროდუქტები მიიღება ქვანახშირის დაკოქსვის შედეგად?
- 3 ძირითადად სად გამოიყენება დაკოქსვის პროცესით მიღებული კოქსი?
- 4 როგორ შეიძლება მივიღოთ ძრავის საწვავი ქვანახშირისაგან? დაასაბუთეთ თქვენი მოსაზრება
- 5 დაახასიათეთ დაკოქსვის პროცესის პირველადი და განმეორებითი გარდაქმნების პროცესები.
- 6 რომელი ორგანული ნივთიერებების მიღება შეიძლება, თუ ვიცით, რომ კოქსის აირის შედგენილობაში არის H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი შესაბამისი რეაქციის განტოლებების დაწერით.

## ტერმინები და ქიმიური ცნებები

<b>ა</b>	
<b>ალკილირების რეაქცია</b>	ბენზოლის ბირთვში ალკილის რადიკალის ჩანაცვლება.
<b>ალკილის რადიკალი</b>	ალკანის მოლეკულიდან ერთი წყალბადატომის მოწყვეტის შედეგად მიღებული ნაწილაკი ( $C_nH_{2n+1}$ )
<b>არენი</b>	$C_nH_{2n-6}$ ფორმულის მქონე ციკლური ნახშირწყალბადი
<b>არილის რადიკალი</b>	ბენზოლის რგოლიდან ერთი წყალბადატომის მოწყვეტით მიღებული ნაწილაკი.
<b>აცეტილენი</b>	ალკინების პირველი წარმომადგენელი ( $C_2H_2$ )
<b>ბ</b>	
<b>ბენზოლი</b>	არომატული ნახშირწყალბადების პირველი წარმომადგენელი.
<b>ბენზოლის ბირთვი (ბენ-ზოლის რგოლი)</b>	ექვსი ნახშირბადატომისა და საერთო $\pi$ -სისტემისაგან შემდგარი ციკლი
<b>ბენზომჟავა</b>	არომატული მჟავების პირველი წარმომადგენელი ( $C_6H_5COOH$ )
<b>ბრომიანი წყალი</b>	ბრომის წყალხსნარი, უჯერი ნახშირწყალბადებისათვის გამოიყენება, როგორც აღმომჩენი რეაგენტი.
<b>ბუტადიენ-სტიროლის კაუჩუკი</b>	დივინილისა და ვინილბენზოლის ერთად პოლიმერიზაციის პროდუქტი
<b>გ</b>	
<b>გეომეტრიული იზომერია</b>	ჩანაცვლებლის მოთავსება $\pi$ ბმის სიბრტყის მიმართ
<b>გუდრონი</b>	მაზუთის ვაკუუმში დისტილაციით მიღებული მყარი ნარჩენი
<b>განტოტკვალი სტრუქტურა</b>	სტრუქტურა, რომელიც შედგება ძირითადი ნახშირბადის ჯაჭვისა და მასთან დაკავშირებული რადიკალებისაგან.
<b>განუტოტკვალი სტრუქტურა</b>	სტრუქტურა, რომელიც წარმოქმნილია ნახშირწყალბადების მხოლოდ თანმიმდევრული შეერთებით
<b>დ</b>	
<b>დეჰიდრირების რეაქცია</b>	ორგანული ნაერთის მოლეკულიდან წყალბადის ჩამოცილება.
<b>დეჰიდროჰალოგენირების რეაქცია</b>	ორგანული ნაერთის მოლეკულიდან წყალბადისა და ჰალოგენის მოლეკულების ჩამოცილება
<b>დივინილი</b>	ბუტადიენ-1,3-ის ისტორიული სახელწოდება.
<b>ე</b>	
<b>ებონიტი</b>	კაუჩუკის ვულკანიზაციით მიღებული მყარი, არაელასტიკური მასალა.
<b>ელექტროფილი</b>	დადებითი მუხტის მქონე ნაწილაკი (მაგალითად, $H^+$ )

<b>ელემენტის რეაქცია</b>	მოლეკულიდან ატომის ან ატომთა ჯგუფის ჩამოცილება.
<b>ეთილენგლიკოლი</b>	ორატომიანი სპირტის პირველი წარმომადგენელი
<b>ეთილის რადკალი</b>	ეთილის მოლეკულიდან ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით მიღებული ნაწილაკი ( $C_2H_5-$ )
<b>პ</b>	
<b>ვინილის რადიკალი</b>	ეთილენის მოლეკულიდან ერთი წყალბადატომის მოწყვეტით მიღებული ნაწილაკი ( $CH_2=C-$ )
<b>ვისინალის დიპლოგენალკანი</b>	ალკანის დიპლოგენწარმოებული, სადაც ჰალოგენის ატომები არის მოსაზღვრე ნაშირბადატომებთან.
<b>გულკანიზაცია</b>	კაუჩუკის გოგირდთან რეაქცია
<b>გოურცის რეაქცია</b>	ჰალოგენალკილებზე აქტიური მეტალებით (Na, K) ზემოქმედების შედეგად ალკანების მიღების ხერხი.
<b>ო</b>	
<b>თვისებითი რეაქცია</b>	ნივთიერებების აღმომჩენი რეაქცია
<b>ი</b>	
<b>IUPAC</b>	თეორიული და გამოცენებითი ქიმიის საერთაშორისო საზოგადოება, ნივთიერებების დასახელებისათვის სტანდარტების შემდგენი ორგანიზაცია.
<b>იზობუტილის რადიკალი</b>	იზობუტილის მოლეკულაში პირველად ნაშირბადატომთან დაკავშირებული ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით მიღებული ნაწილაკი.
<b>იზოლარებული ალკადიენი</b>	ალკადიენი, რომლის მოლეკულაში ორმაგბმის ნახშირბადატომები ერთზე მეტი ერთმაგი ბმით არიან დაშორებული.
<b>იზომერიზაციის რეაქცია</b>	რეაქცია, რომლის დროსაც არ იცვლება ხარისხი და რაოდენობრივი შედგენილობა, მაგრამ იცვლება სტრუქტურა.
<b>იზოპრენი</b>	2-მეთილბუტადიენ-1,3-ის ისტორიული სახელწოდება.
<b>იზოპროპილის რადიკალი</b>	პროპანის მოლეკულიდან მეორეულ ნახშირბადატომთან მიერთებული ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით მიღებული ნაწილაკი.
<b>კ</b>	
<b>კალიუმპერმანგანატის ხსნარი</b>	$KMnO_4$ -ის წყალხსნარი, უჯერი ნახშირწყალბადებისათვის აღმომჩენი რექტივია.
<b>კარბოანიონი</b>	შედგენილობაში უარყოფითი მუხტის ნახშირბადატომის მქონე ორგანული ნაწილაკი.
<b>კარბოკატიონი</b>	შედგენილობაში დადებითი მუხტის ნახშირბადატომის მქონე ორგანული ნაწილაკი
<b>კაუჩუკი</b>	ალკადიენების პოლიმერიზაციით მიღებული პროდუქტი
<b>კონოგალოგის რეაქცია</b>	ალკანების რეაქცია აზოტმყავასთან
<b>კონიუგირებული ალკადიენი</b>	ალკადიენი, სადაც ორმაგბმის ნახშირბადატომები ერთმანეთთან დაცილებულია ერთი ერთმაგი ბმით.
<b>კუნწროვის რეაქცია</b>	ალკინების ჰიდრატაციის რეაქცია
<b>კუმულირებული ალკადიენი</b>	ალკადიენი, სადაც ორმაგი ბმა არის მიერთებული ერთსა და იმავე ნახშირბადატომთან.
<b>კლასებს შორის იზომერია</b>	სხვადასხვა კლასების ნაერთებს შორის იზომერია

<b>მ</b>	
<b>მაზუთი</b>	ნავთობის პირველადი დისტილაციით მიღებული, ფრაქცია
<b>მეორეული ბუტილის რადიკალი</b>	ნ-ბუტანის მოლეკულიდან, მეორეულ ნახშირბადატომთან მიერთებული ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით მიღებული ნაწილაკი.
<b>მეორეული ნახშირბადატომი</b>	ორ ნახშირბადატომთან მიერთებული ნახშირბადატომი
<b>მეთანი</b>	ალკანების პირველი წარმომადგენელი (CH <sub>4</sub> )
<b>მეტა-მდებარეობა</b>	ბენზოლის რგოლში ჩამნაცვლების არსებობა 1,3-მდებარეობაში
<b>მეთილენის ჯგუფი</b>	-CH <sub>2</sub> -ჯგუფი
<b>მეთილის რადიკალი</b>	მეთილის მოლეკულიდან ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით მიღებული ნაწილაკი (CH <sub>3</sub> -)
<b>მონომერი</b>	პოლიმერის წარმომქმნელი, მცირე მოლეკულური მასის მქონე ნივთიერება
<b>მესამეული რადიკალი</b>	სამ ნახშირბადატომთან მიერთებული ნახშირბადატომი
<b>მეთილენული ნახშირბადატომი</b>	ოთხ ნახშირბადატომთან მიერთებული ნახშირბადატომი
<b>ნ</b>	
<b>ნუკლეოფილის რადიკალი</b>	უარყოფითმუხტიანი ნაწილაკი( მაგ, Br <sup>-</sup> )
<b>ო</b>	
<b>ოლეფინები</b>	ალკანების ისტორიული სახელწოდება
<b>ორთო მდებარეობა</b>	ბენზოლის რგოლში ჩამნაცვლების არსებობა 1,2-მდებარეობაში
<b>პ</b>	
<b>პირველადი ნახშირბადატომი</b>	ერთ ნახშირბადატომთან დაკავშირებული ნახშირბადატომი
<b>პარა მდებარეობა</b>	ბენზოლის რგოლში ჩამნაცვლების არსებობა 1,4 -მდებარეობაში
<b>პოლიეთილენი</b>	ეთილენის პოლიმერიზაციის პროდუქტი
<b>პროპილის რადიკალი (n-პროპილი)</b>	პროპილის მოლეკულიდან პირველად ნახშირბადატომთან მიერთებული ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით მიღებული ნაწილაკი
<b>რ</b>	
<b>რადიკალი</b>	გარე შრეზე გაუწყვილებელი ელექტრონების მქონე ნაწილაკი
<b>რეზინი</b>	კაუჩუკის გოგირდთან რეაქციით მიღებული ელასტიკური მასალა
<b>ს</b>	
<b>სარეაქტიურობის კოეფიციენტი</b>	მოწყობილობა, სადაც ხდება ნავთობის დისტილაცია
<b>სტრუქტურული ფორმულა</b>	მოლეკულის შედგენილობაში ქიმიური ნიშნებისა და ბმების ჩვენება
<b>სიგმა ბმა</b>	ელექტრონული ღრუბლების ბმების წარმომქმნელი ატომების ცენტრების შემაერთებელ წრფეზე გადაფარვით წარმოქმნილი ბმა
<b>სოპოლიმერიზაცია</b>	ორი განსხვავებული მონომერის მონაწილეობით მიმდინარე პოლიმერიზაციის რეაქცია
<b>სტიროლი</b>	ვინილისა და ფენილის რადიკალებისაგან შემდგარი არომატული ნაერთი (C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> )

<b>ტ</b>	
<b>ტეტრაედრული სტრუქტურა</b>	ალკანების მოლეკულის სივრცითი აღნაგობა
<b>ტოლუოლი</b>	მეთილბენზოლის ისტორიული სახელწოდება
<b>ტრანს-იზომერი</b>	ერთნაირი ჩამნაცვლებლების π-ბმის სიბრტყის სხვადასხვა მხარეს მყოფი იზომერი
<b>ტრიფალური სახელწოდებები</b>	ორგანული ნერთებისათვის ისტორიულად დარქმეული სახელწოდებები
<b>ფ</b>	
<b>ფრენი</b>	ძირითადად მეთანისა და ეთანის ნარევის ჰალოგენწარმოებული (მაგალითად, CF <sub>3</sub> CL)
<b>ქ</b>	
<b>ქემოლი</b>	იზოპროპილბენზოლის ისტორიული სახელწოდება
<b>წ</b>	
<b>წვა</b>	სითბოსა და სინათლის გამოყოფით მიმდინარე სრული ჟანგვის რეაქცია
<b>ჭ</b>	
<b>ჭაობის აირი</b>	აირების ნარევი, რომელიც წარმოიქმნება მცენარეული და ცხოველური ნაშთების ლპობის შედეგად, მისი ძირითადი შემადგენელი ნაწილია მეთანი.
<b>ჯ</b>	
<b>ჯაჭვური რეაქცია</b>	ერთი მეორის გამომწვევი რეაქციების ჯაჭვი
<b>კ</b>	
<b>ჰალოგენალკილი</b>	ალკანის მოლეკულაში წყალბადატომის ჰალოგენატომით ჩანაცვლების პროდუქტი
<b>ჰიბრიდიზაცია</b>	სხვადასხვა ფორმის ორბიტალებიდან ერთნაირი ფორმისა და ენერგიის ორბიტალების წარმოქმნა
<b>ჰიდრირება</b>	ორგანულ ნერთებში წყალბადის მიერთება

## გაოცენაბული ლიტერატურა

1. აბასოვი მ., აბასოვი ვ., აბიშოვი ნ., ალიევი ვ. ქიმიის საგნის სახელმძღვანელო ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლების მე-7 კლასისათვის. ბაქო, “Aspoligraf”, 2016, 96 გვ.
2. ალიევა რ., აბასოვი ვ., მეჰერემოვი ა., აბასოვი მ., ჰაჯიევა ს., აბიშოვი ნ., ალიევა ვ., ალიევა ა. ქიმია. სახელმძღვანელო ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლების მე-8 კლასისათვის. ბაქო, “Aspoligraf”, 2015, 200 გვ.
3. ლეტიფოვი ი., მუსტაფა შ. ქიმია სახელმძღვანელო ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლების მე-9 კლასისათვის. ბაქო, გამომცემლობა “Bakı”, 2016, 204 გვ.
4. მეჰერემოვი ა. მ., მეჰერემოვი მ. ნ. ორგანული ქიმია. ბაქო, 2006, 538 გვ.
5. Еремин В.В., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В., Дроздов А.А., Теренин В.И. Химия. 10 класс. Профильный уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений. 2—е изд., М.: Дрофа, 2012, 463 с.
6. Рудзитис Г.Е., Фельдман Ф.Г. Неорганическая химия. Органическая химия. 9 класс учеб. для общеобразоват. учреждений. 13-е ИЗД. М.: Просвещение, 2009, 191 с.
7. Травень В.Ф. Органическая химия. М.: «Академкнига», Т.1, 2004, 727 с.
8. Earl B., Wilford L.D.R. GCSE Chemistry. Second edition. Hodder Education an Hachette UK Company, 2001, 298 p.



## KİMYA 10

*Ümumtəhsil məktəblərinin 10-cu sinfi üçün  
Kimya fənni üzrə*

### DƏRSLİK

*(Gürcü dilində)*

#### Tərtibçi heyət:

Müəlliflər:	<b>Sahil Zahid oğlu Həmidov Fətəli Elmar oğlu Hüseynov Elşad Tofiq oğlu Abdullayev</b>
Tərcümə edən	<b>Abdurahmanov Çalabi</b>
Elmi redaktor	<b>Xəmməd Əsəd oğlu Əsədov</b>
İxtisas redaktorları:	<b>Eldar İsa oğlu Əhmədov Əhməd Səmid oğlu Mirzaliyev Arif Bayraməli oğlu Bədəlov</b>
Buraxılışa məsul	<b>Sevil İsmayılova</b>
Baş redaktor	<b>Gültəkin Cəfərova</b>
Üz qabığının dizaynı	<b>Zaur Abbasov</b>
Dizayner və səhifələyici	<b>Ayaz Abdulzadə</b>
Texniki redaktor	<b>Fəridə Səmədova</b>
Redaktor	<b>Nərgiz Qasımzadə</b>
Korrektor	<b>Sevda Aşurbəyova</b>
Texniki direktor	<b>Xəqani Fərzaliyev</b>
Nəşriyyat direktoru	<b>Kəmalə Qarayeva</b>

*Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin qrif nömrəsi:  
2017-144*

© **Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi – 2017**

Müəlliflik hüquqları qorunur. Xüsusi icazə olmadan bu nəşri və yaxud onun hər hansı hissəsini yenidən çap etdirmək, surətini çıxarmaq, elektron informasiya vasitələri ilə yaymaq qanuna ziddir.

Hesab-nəşriyyat həcmi. Fiziki çap vərəqi 12,5. Formatı 70x100 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Səhifə sayı 200. Ofset kağızı. Jurnal qarnituru. Ofset çapı.  
Tiraj 200. Pulsuz. Bakı – 2017.

**“Şərq-Qərb” ASC**  
**AZ1123, Bakı, Aşıq Ələsgər küç., 17.**

დ. ი. მედიკალიზის ქიმიურ ელემენტთა პერიოდული სისტემა

პერიოდები	A I B		ჯგუფები						A	VIII	B
1	<b>H</b> <sup>1</sup> 1,007 Hydrogenium წყალბადი								<b>He</b> <sup>2</sup> 4,003 Helium ჰელიუმი		
2	<b>Li</b> <sup>3</sup> 6,938 Lithium ლითიუმი	<b>Be</b> <sup>4</sup> 9,012 Beryllium ბერილიუმი	<b>B</b> <sup>5</sup> 10,80 Borum ბორი	<b>C</b> <sup>6</sup> 12,01 Carboneum ნახშირბადი	<b>N</b> <sup>7</sup> 14,01 Nitrogenium აზოტი	<b>O</b> <sup>8</sup> 15,99 Oxygenium ოქსიგენი	<b>F</b> <sup>9</sup> 19,00 Florum ფლორი	<b>Ne</b> <sup>10</sup> 20,18 Neon ნეონი			
3	<b>Na</b> <sup>11</sup> 22,99 Natrium ნატრიუმი	<b>Mg</b> <sup>12</sup> 24,30 Magnesium მაგნიუმი	<b>Al</b> <sup>13</sup> 26,98 Aluminium ალუმინი	<b>Si</b> <sup>14</sup> 28,08 Silicium სილიციუმი	<b>P</b> <sup>15</sup> 30,97 Phosphorus ფოსფორი	<b>S</b> <sup>16</sup> 32,06 Sulfur სულფური	<b>Cl</b> <sup>17</sup> 35,45 Chlorum ქლორი	<b>Ar</b> <sup>18</sup> 39,95 Argon არგონი			
4	<b>K</b> <sup>19</sup> 39,10 Kalium კალიუმი	<b>Ca</b> <sup>20</sup> 40,08 Calcium კალციუმი	<b>21 Sc</b> 44,96 Scandium სკანდიუმი	<b>22 Ti</b> 47,87 Titanium ტიტანი	<b>23 V</b> 50,94 Vanadium ვანადიუმი	<b>24 Cr</b> 52,00 Chromium ქრომი	<b>25 Mn</b> 54,94 Manganum მანგანუმი	<b>26 Fe</b> 55,85 Ferrum რკინა	<b>27 Co</b> 58,93 Cobaltum კობალტი	<b>28 Ni</b> 58,69 Niccolum ნიკელი	
	<b>29 Cu</b> 63,55 Cuprum სპილენძი	<b>30 Zn</b> 65,38 Zincum ცინკი	<b>Ga</b> <sup>31</sup> 69,72 Gallium გალიუმი	<b>Ge</b> <sup>32</sup> 72,63 Germanium გერმანიუმი	<b>As</b> <sup>33</sup> 74,92 Arsenicum არსენი	<b>Se</b> <sup>34</sup> 78,97 Selenium სელენი	<b>Br</b> <sup>35</sup> 79,90 Bromum ბრომი	<b>Kr</b> <sup>36</sup> 83,80 Krypton კრიპტონი			
5	<b>Rb</b> <sup>37</sup> 85,47 Rubidium რუბიდიუმი	<b>Sr</b> <sup>38</sup> 87,62 Strontium სტრონტიუმი	<b>39 Y</b> 88,91 Yttrium იტრიუმი	<b>40 Zr</b> 91,22 Zirconium ჯირკონიუმი	<b>41 Nb</b> 92,91 Niobium ნიობიუმი	<b>42 Mo</b> 95,95 Molybdaenum მოლიბდენი	<b>43 Tc</b> [98] Technetium ტექნეტიუმი	<b>44 Ru</b> 101,1 Ruthenium რუთენიუმი	<b>45 Rh</b> 102,9 Rhodium რიდიუმი	<b>46 Pd</b> 106,4 Palladium პალადიუმი	
	<b>47 Ag</b> 107,9 Argentum ვერცხლი	<b>48 Cd</b> 112,4 Cadmium კადმიუმი	<b>In</b> <sup>49</sup> 114,8 Indium ინდიუმი	<b>Sn</b> <sup>50</sup> 118,7 Stannum კვანძა	<b>Sb</b> <sup>51</sup> 121,8 Stibium სტიბიუმი	<b>Te</b> <sup>52</sup> 127,6 Tellurium ტელური	<b>I</b> <sup>53</sup> 126,9 Iodum იოდი	<b>Xe</b> <sup>54</sup> 131,3 Xenon ქსენონი			
6	<b>Cs</b> <sup>55</sup> 132,9 Cesium ცეზიუმი	<b>Ba</b> <sup>56</sup> 137,3 Barium ბარიუმი	<b>57 La*</b> 138,9 Lanthanum ლანთანი	<b>72 Hf</b> 178,5 Hafnium ჰაფნიუმი	<b>73 Ta</b> 180,9 Tantalum ტანტალი	<b>74 W</b> 183,8 Wolframium ვოლფრამი	<b>75 Re</b> 186,2 Rhenium რენიუმი	<b>76 Os</b> 190,2 Osmium ოსმიუმი	<b>77 Ir</b> 192,2 Iridium ირიდიუმი	<b>78 Pt</b> 195,1 Platinum პლატინი	
	<b>79 Au</b> 197,0 Aurum ოქრო	<b>80 Hg</b> 200,6 Hydrargyrum ვერცხლისწყალი	<b>Tl</b> <sup>81</sup> 204,3 Thallium თალიუმი	<b>Pb</b> <sup>82</sup> 207,2 Plumbum ტყვამ	<b>Bi</b> <sup>83</sup> 209,0 Bismuthum ბისმუტი	<b>Po</b> <sup>84</sup> [209] Polonium პოლონიუმი	<b>At</b> <sup>85</sup> [210] Astatium ასტატი	<b>Rn</b> <sup>86</sup> [222] Radon რადონი			
7	<b>Fr</b> <sup>87</sup> [223] Francium ფრანციუმი	<b>Ra</b> <sup>88</sup> [226] Radium რადიუმი	<b>89 Ac**</b> [227] Actinium აქტინიუმი	<b>104 Rf</b> [261] Rutherfordium რუტერფორდიუმი	<b>105 Db</b> [262] Dubnium დუბნიუმი	<b>106 Sg</b> [263] Seaborgium სიზორგიუმი	<b>107 Bh</b> [264] Bohrium ბორიუმი	<b>108 Hs</b> [265] Hassium ჰასიუმი	<b>109 Mt</b> [268] Meitnerium მეიტნერიუმი	<b>110</b> [269] Lutetium ლუტეციუმი	

უმაღლესი ოქსიდები	R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>			
აქროლადი წყალბადანაერთები				RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	RH <sub>2</sub>	RH			

* ლანთანიოიდები	<b>Ce</b> <sup>58</sup> 140,12 Cerium ცერიუმი	<b>Pr</b> <sup>59</sup> 140,9 Praseodymium პრასეოდიმუმი	<b>Nd</b> <sup>60</sup> 144,2 Neodymium ნეოდიმუმი	<b>Pm</b> <sup>61</sup> 144,91 Promethium პრომეთიუმი	<b>Sm</b> <sup>62</sup> 150,4 Samarium სამარიუმი	<b>Eu</b> <sup>63</sup> 152,0 Europium ევროპიუმი	<b>Gd</b> <sup>64</sup> 157,3 Gadolinium გადოლიუმი	<b>Tb</b> <sup>65</sup> 158,9 Terbium ტერბიუმი	<b>Dy</b> <sup>66</sup> 162,5 Dysprosium დისპროსიუმი	<b>Ho</b> <sup>67</sup> 164,9 Holmium ჰოლიუმი	<b>Er</b> <sup>68</sup> 167,3 Thulium თულიუმი	<b>Tm</b> <sup>69</sup> 168,9 Thulium თულიუმი	<b>Yb</b> <sup>70</sup> 173,0 Ytterbium იტერბიუმი	<b>Lu</b> <sup>71</sup> 175,0 Lutetium ლუტეციუმი
** აქტინიოიდები	<b>Th</b> <sup>90</sup> 232,0 Thorium თორიუმი	<b>Pa</b> <sup>91</sup> 231,0 Protactinium პროტაქტინიუმი	<b>U</b> <sup>92</sup> 238,0 Uranium ურანი	<b>Np</b> <sup>93</sup> 237,05 Neptunium ნეპტუნიუმი	<b>Pu</b> <sup>94</sup> 244,06 Plutonium პლუტონიუმი	<b>Am</b> <sup>95</sup> 243,06 Americium ამერიციუმი	<b>Cm</b> <sup>96</sup> 247,07 Curium კერიუმი	<b>Bk</b> <sup>97</sup> 247,07 Berkelium ბერკელიუმი	<b>Cf</b> <sup>98</sup> 251,07 Californium კალიფორნიუმი	<b>Es</b> <sup>99</sup> 252,08 Einsteinium აინშტაინიუმი	<b>Fm</b> <sup>100</sup> 257,10 Fermium ფერმიუმი	<b>Md</b> <sup>101</sup> 258,10 Mendelevium მენდელევიუმი	<b>No</b> <sup>102</sup> 259,10 Nobelium ნობელიუმი	<b>Lr</b> <sup>103</sup> 260,10 Lawrencium ლარენციუმი

■ ელემენტის სიმბოლო  
■ ელემენტის ნომერი  
■ ფარდობითი ატომური მასა  
■ ელემენტის დასახელება  
■ s-ელემენტები  
■ p-ელემენტები  
■ d-ელემენტები  
■ f-ელემენტები