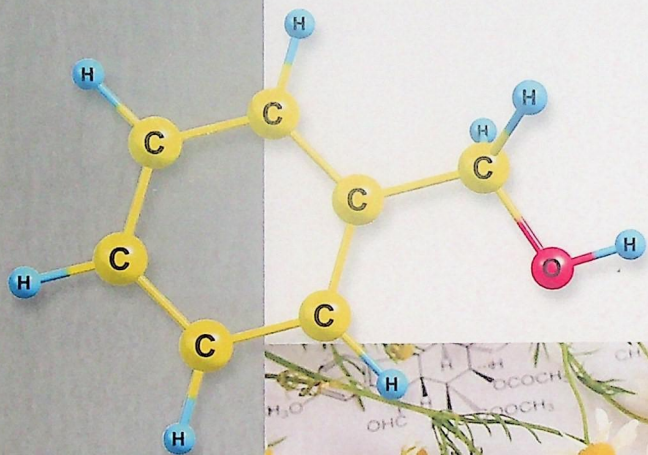


გიული ანდრონიკაშვილი  
ლალი ტურიაშვილი  
ლალი გერიძე

12

# ქიმია

მასწავლებლის წიგნი



გიული ანდრონიკაშვილი  
ლალი ტურიაშვილი  
ლალი ბერიძე

12

# ქიშია

მასწავლებლის წიგნი



გამომცემლობა „კლიო“

გიული ანდრონიკაშვილი, ლალი ტურიაშვილი, ლალი ბერიძე

**ქიმია XII კლასი**

მასწავლებლის წიგნი

© გიული ანდრონიკაშვილი, ლალი ტურიაშვილი, ლალი ბერიძე, 2024

© გამომცემლობა „კლიო“, 2024

ყველა უფლება დაცულია

ISBN 978-9941-496-67-7



შპს „გამომცემლობა კლიო“  
აღმაშენებლის გამზირი 181,  
თბილისი, 0102

ტელ.: (995 32) 234 04 30

E-mail: [book@klio.ge](mailto:book@klio.ge)

[www.klio.ge](http://www.klio.ge)

[www.facebook.com/kliopublishing](https://www.facebook.com/kliopublishing)

## სარჩევნი

კონცეფცია .....	4
ქიმიის საშუალო საფეხურის XII კლასის სტანდარტი .....	5
წლიური პროგრამის/სასკოლო კურიკულუმის აგების პრინციპები.....	10
სასწავლო თემის მატრიცის ნიმუში .....	12
როგორ აიგება სასწავლო თემა?.....	12
შემაჯამებელი (ბანმავითარებელი და განმსაზღვრელი) შეფასება .....	15
თემატური მატრიცები .....	17
კომპლექსური დავალება №1 ნავთობი და ნავთობპროდუქტები ადამიანის სამსახურში .....	17
კომპლექსური დავალება №2 ორგანული ნაერთები ყოველდღიურ ცხოვრებაში .....	27
მოსწავლის ნიშნში მოცემული დავალებების პასუხები .....	41

## კონცეფცია

ორგანული ქიმია, როგორც მეცნიერება, დიდი ხანი არაა, რაც ჩამოყალიბდა. თავდაპირველად თუ მისი შესწავლის ობიექტს მხოლოდ ცოცხალ ორგანიზმებში შემავალი ნაერთები წარმოადგენდა, დღეს გაფართოვდა მისი არეალი და სინთეზის გზით მიღებული მილიონობით ნივთიერება მოიცვა, რომელთაც არავითარი კავშირი არ აქვს ცოცხალ ბუნებასთან – სინთეზური კაუჩუკი და ქიმიური ბოჭკო, პლასტმასები და ორგანული სასუქები, ვიტამინები, სამკურნალო პრეპარატები და სხვ. ამდენად, აუცილებელია, მოსწავლემ გააცნობიეროს ორგანული ქიმიის კანონზომიერებები, რომლებიც ახდენს ამ უზარმაზარი რაოდენობის ნივთიერებათა კლასიფიცირებას და სწავლობს მათ თვისებებს ადამიანის კეთილდღეობისათვის გამოყენების მიზნით. სახელმძღვანელოს მიზანია სრულყოფილი ცოდნის გადაცემა მოსწავლისთვის ორგანულ ქიმიაში, რაც გულისხმობს:

- ორგანულ ნაერთთა ქიმიური აღნაგობისა და ელექტრონული თეორიების შესწავლას;
- ნახშირწყალბადების, ფუნქციური ჯგუფების შემცველი ორგანული ნაერთების – ჰალოგენაწარმების, ჰიდროქსინაწარმების, კარბონილური ნაერთების, ნახშირწყლების – შესწავლას;
- აზოტშემცველი, სიცოცხლისათვის მნიშვნელოვანი ორგანული ნაერთების შესწავლას;
- მაღალმოლეკულური – ბუნებრივი და სინთეზური ნაერთების შესწავლას;
- ორგანული ქიმიის მომიჯნავე მეცნიერებებთან – ფიზიკა, ბიოლოგია, აგრარული მეცნიერებები – კავშირის შეცნობას;
- ზოგადსაკაცობრიო პრობლემების მოგვარებაში, როგორცაა: გლობალური დათბობა, საკვების მოპოვება, ნარჩენების მენეჯმენტი, – ორგანული ქიმიის როლის შეცნობას.

XII კლასის სახელმძღვანელო შედგენილია ეროვნული სასწავლო გეგმის შესაბამისად და სრულად პასუხობს პროგრამის შინაარსს. იგი შედგება 2 თემისგან. I თემა – ნახშირწყალბადების ქიმია – შედგება 2 თავისა და 13 პარაგრაფისაგან; II თემა – ფუნქციური ჯგუფის შემცველი ორგანული ნაერთები – შედგება 4 თავისა და 20 პარაგრაფისაგან.

თითოეული პარაგრაფის ბოლოს არის რუბრიკები „გაიაზრეთ“ და „შეასრულეთ“ (საშინაო დავალება). თითოეული თავის ბოლოს არის შემაჯამებელი სავარჯიშოები, ტესტები და ამოცანები.

სახელმძღვანელო დაეხმარება მოსწავლეს კვლევითი უნარ-ჩვევების ჩამოყალიბებასა და განვითარებაში. უზრუნველყოფს სტანდარტით განსაზღვრული შედეგების მიღწევას.

## ქიმია XII კლასის სტანდარტი

### ქიმია

#### შესავალი

კურსი განკუთვნილია საშუალო საფეხურის მოსწავლეებისთვის. მის ფარგლებში ფართოვდება და ღრმავდება საბაზო საფეხურზე ქიმიაში შეძენილი ცოდნა.

სტანდარტში შედეგებისა და სამიზნე ცნებების სახით განსაზღვრულია გრძელვადიანი მიზნები.

შინაარსი აღიწერება თემების (ქვეთემების), საკითხების და ქვეცნებების სახით. ეროვნული სასწავლო გეგმა განსაზღვრავს სავალდებულო თემებს. თემების შესაბამის საკითხებს კი სკოლების თავად ირჩევენ.

თითოეულ თემას ახლავს შედეგების მიღწევის ინდიკატორები. ისინი განსაზღვრავს, თუ რა უნდა შეფასდეს სწავლა-სწავლების პროცესში. ინდიკატორები დაჯგუფებულია სამიზნე ცნებების მიხედვით.

#### საფეხურის შედეგები

საშუალო საფეხურზე სტანდარტში გაწერილ თითოეულ შედეგს წინ უძღვის ინდექსი, რომელიც მიუთითებს საგანს, სწავლების ეტაპსა და სტანდარტის შედეგის ნომერს; მაგ., ქიმ.,საშ.1.:

„ქიმ.“ – მიუთითებს საგანს „ქიმია“;

„საშ.“ – მიუთითებს საშუალო საფეხურს;

„1“ – მიუთითებს სტანდარტის შედეგის ნომერს.

ქიმიის სტანდარტის შედეგები საშუალო საფეხურზე		
შედეგების ინდექსები	მიმართულება: ქიმიური მოვლენები მოსწავლემ უნდა შეძლოს	სამიზნე ცნებები
ქიმ.საშ.1.	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენება ნივთიერების ქიმიური თვისებებისა და გარდაქმნების დასახასიათებლად;	<b>ნივთიერება –</b> (ქიმ.საშ.1,2,3,4)  <b>ქიმიური ბმა –</b> (ქიმ.საშ.1,2,3,4)  <b>ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები –</b> (ქიმ.საშ. 1,2,3,4)
ქიმ.საშ.2.	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენება ნივთიერებების შედგენილობაში შემავალ ატომებსა და ატომთა ჯგუფებს შორის არსებული ქიმიური ბმების შესასწავლად და მათი მნიშვნელობის გასააზრებლად;	
ქიმ.საშ.3.	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენება ფიზიკური და ქიმიური მოვლენების, მათი მიზეზებისა და შედეგების დასადგენად;	
ქიმ.საშ.4	მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენება ბუნებაში მიმდინარე ქიმიური მოვლენების/პროცესების აღსაწერად და არსის აღსაქმელად.	

**სავალდებულო თემები:**

<b>X კლასი</b>
1. ატომის აღნაგობა და ქიმიური ბმები
2. ქიმიური კინეტიკა
<b>XI კლასი</b>
3. ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები
4. ელექტროქიმია (ჟანგვა-აღდგენა)
5. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები
<b>XII კლასი</b>
6. ნახშირწყალბადების ქიმია
7. ფუნქციური ჯგუფების შემცველი ორგანული ნაერთები

სავალდებულო თემებისა და შეფასების ინდიკატორების დამაკავშირებელი ცხრილები:

თითოეულ ცხრილში მოცემულია თემის დასახელება და შეფასების ინდიკატორები, რომლებშიც ნაჩვენებია, თუ როგორ რეალიზდება შედეგები კონკრეტულ თემაში.

<p><b>თემა: ნახშირწყალბადების ქიმია</b></p> <p><b>თემის ფარგლებში განიხილება:</b></p> <p>ორგანულ ნაერთთა კლასიფიკაცია და ნომენკლატურა; ორგანული ნაერთების აღნაგობის თეორია; იზომერია; ქიმიური ბმის ბუნება ორგანულ ნაერთებში; ორგანული რეაქციების ტიპები და მიმდინარეობის მექანიზმები; ნახშირწყალბადების ცალკეული კლასები; ნახშირწყალბადების ბუნებრივი წყაროები.</p>
<p><b>თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით ნივთიერება – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ორგანული ნაერთების მრავალფეროვნების ახსნა ორგანული ნაერთების აღნაგობის თეორიის საფუძველზე. ატომის ფორმალური მუხტისა და ჟანგვის რიცხვის განსაზღვრა ორგანულ ნაერთებში;</li> <li>• ორგანული ნაერთების აღნაგობის ახსნა სავალენტო ელექტრონული ორბიტალების ჰიბრიდიზაციის საფუძველზე;</li> <li>• ორგანულ ნაერთთა რეზონანსული სტრუქტურების აღწერა;</li> <li>• პრობლემის გადაჭრა ალკანების, ალკენების, ალკინების, დიენების, ციკლოალკანების, არენების თვისებების, მათი მონაწილეობით მიმდინარე რეაქციების და გამოთვლების გამოყენებით;</li> <li>• ორგანული ნაერთების იზომერების ფორმულების შედგენა და დასახელება საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით.</li> </ul>

**ქიმიური ბმა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:**

- ნაჯერი და უჯერი ბმების შედარებითი დახასიათება. უჯერი ბმების წარმოქმნის მექანიზმზე მსჯელობა, σ- და π- ბმების წარმოქმნის სქემების შექმნა. ნაერთებში ჯერადი ბმების არსებობის ექსპერიმენტული დადასტურება.

**ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:**

- ნახშირწყალბადების ცალკეული კლასების წარმომადგენლების თვისებების ექსპერიმენტულად შესწავლა;
- ნავთობის გადამუშავების პროცესების აღწერა;
- ნავთობისა და ბუნებრივი აირის მოპოვება-გადამუშავების დადებითი და უარყოფითი მხარეების შეფასება, მათ რაციონალურად გამოყენებაზე მსჯელობა;
- ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროს/პროფესიის დაკავშირება ნახშირწყალბადების სხვადასხვა კლასის წარმომადგენლების – ალკანების, ალკენების, ალკინების, ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გამოყენებასთან.

**თემა: ფუნქციური ჯგუფების შემცველი ორგანული ნაერთები**

**თემის ფარგლებში განიხილება:**

ნახშირწყალბადების ჰალოგენნაწარმები; ნაერთები ფუნქციური ჯგუფებით; ნახშირწყლები; -

აზოტშემცველი ორგანული ნაერთები; წარმოდგენა ჰეტეროციკლურ ნაერთებზე; მალალმოლეკულური ნაერთები.

**თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით ნივთიერება – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:**

- ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების აღმოჩენა ექსპერიმენტულად თვისებითი რეაქციებით;
- ორგანულ ნაერთთა კლასებს შორის კავშირების აღწერა და შესაბამისი სქემების შედგენა, სათანადო რეაქციების ტოლობების დაწერა;
- პლასტმასების, კაუჩუკებისა და ბოჭკოების შედგენილობაში შემავალი ფართოდ გამოყენებული პოლიმერების აღწერა.

**ქიმიური ბმა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:**

- ფუნქციური ჯგუფების შემცველი ორგანული ნაერთების (ერთ- და მრავალატომიანი სპირტების, ეთერების, ფენოლების, ალდეჰიდებისა და კეტონების, კარბონმჟავების, ესტერების, ამინების) თვისებების ახსნა ნახშირბადის ატომის თავისებურებების, ამ ნაერთებში არსებული ქიმიური ბმების საფუძველზე, იზომერიის სხვადასხვა ტიპის ამოცნობა, ნაერთების დასახელება საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით;
- ორგანული ფუძეებისა და მჟავების თვისებების ახსნა მათი აღნაგობის საფუძველზე.

**ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები – მოსწავლემ უნდა შეძლოს:**

- პოლიკონდენსაციისა და პოლიმერიზაციის რეაქციების შედარებითი დახასიათება შესაბამისი მაგალითების საფუძველზე. მათი გამოყენების მაგალითების დასახელება;
- ცხიმების, ნახშირწყლების (მონო-, დი- და პოლისაქარიდების), ამინომჟავების, ცილების, ნუკლეინის მჟავების მნიშვნელობის შეფასება ადამიანის ორგანიზმისთვის;
- ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების მნიშვნელობის შეფასება ადამიანის ყოფა-ცხოვრებასა და საქმიანობაში;
- ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროს/პროფესიის დაკავშირება ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების ცოდნის გამოყენებასთან.

## მეთოდოლოგიური ორიენტაციები

სტანდარტის ამ ნაწილში განსაზღვრულია, თუ რა პრინციპების საფუძველზე უნდა წარიმართოს სწავლა-სწავლების პროცესი. ასევე, მოცემულია მოკლე ინსტრუქციები იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა დაიგეგმოს კონკრეტული სასწავლო ერთეულის – თემის სწავლა-სწავლება.

**საგნის სწავლა-სწავლება უნდა წარიმართოს შემდეგი პრინციპების დაცვით:**

- ა) სწავლა-სწავლება ხელს უნდა უწყობდეს მოსწავლეთა შინაგანი ძალების გააქტიურებას.
- ბ) სწავლა-სწავლება ხელს უნდა უწყობდეს ცოდნის ეტაპობრივად კონსტრუირებას წინარე ცოდნაზე დაფუძნებით.
- გ) სწავლა-სწავლება ხელს უნდა უწყობდეს ცოდნათა ურთიერთდაკავშირებას და ორგანიზებას.
- დ) სწავლა-სწავლება უნდა უზრუნველყოფდეს სწავლის სტრატეგიების დაუფლებას (სწავლის სწავლას).
- ე) სწავლა-სწავლება უნდა მოიცავდეს ცოდნის სამივე კატეგორიას: დეკლარატიულს, პროცედურულსა და პირობისეულს.

საგნობრივი შედეგების გარდა, ეროვნული სასწავლო გეგმის მიზნებიდან სწავლა-სწავლებისა და შეფასების სამიზნედ ასევე უნდა იქცეს შემდეგი გამჭოლი უნარები და ღირებულებები:

შემოქმედებითი აზროვნება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ჩანაფიქრის შემოქმედებითად განხორციელება;</li> <li>• ორიგინალური იდეების გამოვლენა და ხორცმესხმა; ახლის შექმნა;</li> <li>• დასმული პრობლემების გადასაჭრელად არასტანდარტული გზების მოძიება;</li> <li>• სწრაფვა გარემოს გარდაქმნა-გაუმჯობესებისკენ;</li> <li>• გამოწვევების მიღება, სასკოლო საქმიანობებში გაბედული ნაბიჯების გადადგმა.</li> </ul>
თანამშრომლობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• სამუშაოს თანაბრად განაწილება და შესრულება ჯგუფური/გუნდური მუშაობის დროს;</li> <li>• მზაობა ჯგუფში/გუნდში სხვადასხვა ფუნქციის შესასრულებლად;</li> <li>• განსხვავებული იდეების, შეხედულებების კონსტრუქციულად განხილვა;</li> <li>• რესურსების, მოსაზრებების, ცოდნის გაზიარება პრობლემათა ერთობლივად გადაჭრის, გადაწყვეტილებათა ერთობლივად მიღების მიზნით.</li> </ul>
მეწარმეობა, ინიციატივების გამოვლენა და საქმედ ქცევა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• სწავლა-სწავლების პროცესში ინტერესისა და ცნობისმოყვარეობის გამოვლენა;</li> <li>• ახალი იდეების, მიდგომების, შესაძლებლობების ძიება და მათი განხორციელება სწავლის გაუმჯობესების მიზნით;</li> <li>• მზაობა გამოწვევების მისაღებად, გაბედული ნაბიჯების გადასადგმელად.</li> </ul>

დროსა და სივრცეში ორიენტირება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• თანამედროვე რეალობის სივრცესა და დროში გააზრება და ინტერპრეტირება;</li> <li>• მულტიპერსპექტიული ხედვა დროითი და სივრცული ფაქტორების გათვალისწინებით.</li> </ul>
სწავლის სწავლა, დამოუკიდებლად საქმიანობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• აქტივობის/დავალების ღირებულების განსაზღვრა - მოსწავლემ უნდა დაინახოს, რას შესძენს აქტივობის შესრულება, რა პიროვნულ თუ სოციალურ სარგებელს მოუტანს მას;</li> <li>• აქტივობის/დავალების დაგეგმვა – მოთხოვნათა გააზრება და მის შესასრულებლად საჭირო ცოდნის განსაზღვრა; დავალების/ აქტივობის მთავარი მიზნის განსაზღვრა; სამუშაოს წარმატებით შესრულების კრიტერიუმების დადგენა; განსახორციელებელი სამუშაოს ეტაპების გამოკვეთა; იმის განჭვრეტა, თუ რა გაუადვილდება, რა გაუძნელდება, რაში დასჭირდება დახმარება; სტრატეგიების მიზანშეწონილად შერჩევა სამუშაოს თითოეული ეტაპისათვის;</li> <li>• სწავლის პროცესის მონიტორინგი – დაფიქრება სწავლის პროცესზე, იმ პირობების და ფაქტორების ამოცნობა, რომლებიც ხელს უწყობს ან აფერხებს წინსვლას, სათანადო ზომების მიღება წინსვლის ხელშესაწყობად; თვითშეფასება ძლიერი და სუსტი მხარეების დასადგენად, სუსტი მხარეების გასაძლიერებლად გზების დასახვა;</li> <li>• სოციო-ემოციური მართვა - ნერვიულობის მინიმუმამდე დაყვანა, საჭიროების შემთხვევაში, დახმარების თხოვნა, საკუთარ თავში სიძნელეთა გადალახვის რესურსების პოვნა; შეცდომების მიმართ პოზიტიური დამოკიდებულების ჩამოყალიბება და წინსვლისათვის გამოყენება;</li> <li>• ცალკეული საქმიანობისთვის გამოყოფილი დროის ეფექტიანად გამოყენება.</li> </ul>
პასუხისმგებლობა	<ul style="list-style-type: none"> <li>• სასკოლო საქმიანობებში (სასკოლო ცხოვრებაში) ნაკისრი ვალდებულების შესრულება;</li> <li>• სამუშაოს დადგენილ ვადებში დასრულება და ჩაბარება;</li> <li>• საკუთარი ქცევის მართვა, საკუთარ ქცევებზე პასუხისმგებლობის აღება.</li> </ul>
ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების გამოყენება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ელექტრონული ცხრილების გამოყენება მონაცემთა ორგანიზება-წარმოდგენის, მათი დამუშავებისა და ანალიზის მიზნით;</li> <li>• საბუნებისმეტყველო შინაარსის დინამიური, ვირტუალური სიმულაციების მიზნობრივად გამოყენება;</li> <li>• კვლევითი სამუშაოების ოქმებისა და ანგარიშების შექმნა ტექსტურ რედაქტორებში;</li> <li>• ციფრული ფორმატის პრეზენტაციების მომზადება სხვადასხვა მულტიმედია ელემენტების (ტექსტი, გამოსახულება, აუდიო, ვიდეო, ანიმაცია) გამოყენებით;</li> <li>• ქსელური ძიება.</li> </ul>
წიგნიერება	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ზეპირი და წერილი მეტყველების გზით ინფორმაციის მიღების, დამუშავების, გააზრების, სისტემაში მოყვანის, გაანალიზება-ინტერპრეტირებისა და წარდგენა-გაზიარების უნარი.</li> </ul>

## წლიური პროგრამის/სასკოლო კურიკულუმის აგების პრინციპები

ეროვნული სასწავლო გეგმის საფუძვრებრივი საგნობრივი სტანდარტები განსაზღვრავს სავალდებულო საგნობრივ მოთხოვნებს (რა უნდა შეეძლოს და რა უნდა იცოდეს მოსწავლეს). მათზე დაყრდნობით იგეგმება წლიური პროგრამები, რომლებიც გვიჩვენებს სტანდარტის მოთხოვნათა რეალიზების გზებს.

წლიური პროგრამები/სასკოლო კურიკულუმი უნდა დაიგეგმოს სავალდებულო სასწავლო თემების საშუალებით. სასწავლო თემა წარმოადგენს ფუნქციურ კონტექსტს, რომელიც სტანდარტის ნაწილების ინტეგრირებულად და ურთიერთდაკავშირებულად სწავლების საშუალებას იძლევა. თითოეული თემის ფარგლებში სტანდარტის ყველა შედეგი და სამიზნე ცნება უნდა დამუშავდეს. მამასადამე, სასწავლო თემების ცვლით შეიცვლება კონტექსტები, მაგრამ არ შეიცვლება სწავლის მიზნები, რომლებიც სტანდარტის შედეგებისა და სამიზნე ცნებების სახითაა ფორმულირებული (შედეგი და სამიზნე ცნება თავისთავად არ წარმოადგენს დამოუკიდებელ სასწავლო ერთეულს – თემას).

### სასწავლო თემის აგების პრინციპები

**1. სასწავლო თემა** წარმოადგენს მოსწავლეთათვის ნაცნობ, მათი ასაკობრივი ინტერესებისა და გამოცდილების შესაბამის კონტექსტს, რომელიც სტანდარტის შედეგების, სამიზნე ცნებების, კონკრეტული ქვეცნებებისა და საკითხების ინტეგრირებულად და ურთიერთდაკავშირებულად სწავლების საშუალებას იძლევა. თითოეული თემის ფარგლებში, შედეგებისდაგვარად, უნდა დამუშავდეს სტანდარტის ყველა შედეგი და სამიზნე ცნება.

თემასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები – განსაზღვრავს შესასწავლი თემის ჩარჩოებს; აკონკრეტებს, თუ რა უნდა იცოდეს მოსწავლემ კონკრეტულ თემასთან მიმართებით (თემატური მკვიდრ წარმოდგენები განსხვავდება სამიზნე ცნებებთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენებისგან).

### 2. გრძელვადიანი მიზნები

შედეგები, სამიზნე ცნებები და მათთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები, საფუძვრის საკვანძო შეკითხვები პასუხს სცემს შეკითხვას – რა გრძელვადიანი მიზნით ვასწავლით მოსწავლეს თემას. ეს მიზნები უცვლელია საბაზო საფუძვრის ნებისმიერ თემასთან მიმართებით.

- ა) სტანდარტის შედეგები – განსაზღვრავს მიზნობრივ ორიენტირებს და **პასუხობს შეკითხვას: რა უნდა შეეძლოს საბაზო საფუძვრის მოსწავლეს საგნის ფარგლებში?**
- ბ) სამიზნე ცნებები – გამომდინარეობს სტანდარტის შედეგებიდან და განსაზღვრავს იმ ცოდნას, რომელსაც მოსწავლე საგნის ფარგლებში უნდა დაეუფლოს;
- გ) სამიზნე ცნების/ცნებების მკვიდრი წარმოდგენები – თითოეული ცნებისთვის უნდა განისაზღვროს მკვიდრი წარმოდგენები, რომლებიც შემოფარგლავს ცნების მოცულობას და დააზუსტებს, რა უნდა ჰქონდეს გაცნობიერებული მოსწავლეს ამ ცნებასთან მიმართებით საფუძვრის ბოლოს. მკვიდრი წარმოდგენების დაზუსტდება ხდება წლიური პროგრამის/სასკოლო კურიკულუმის ფარგლებში;
- დ) საფუძვრის საკვანძო შეკითხვები – გამომდინარეობს შედეგებიდან და სამიზნე ცნებებიდან და განსაზღვრავს, თუ რაზე უნდა დაფიქრდეს მოსწავლე საგნის შესწავლის პროცესში. საფუძვრის საკვანძო შეკითხვები თემის ფარგლებში უფრო კონკრეტულ თემატური შეკითხვებად გარდაიქმნება.

### 3. შუალედური მიზნები

თემის ფარგლებში შუალედური მიზნის როლს ასრულებს ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული ოთხეული – საკითხები/ქვეცნებები, საკვანძო შეკითხვები, ასევე კომპლექსური დავალება/დავალებები და შეფასების კრიტერიუმი/კრიტერიუმები. თემატურ მატრიცაში შესაძლებელია გამოიყოს იმდენი ეტაპი (შესაბამისი შუალედური მიზნებით), რამდენსაც სასწავლო რესურსი ავტორი/მასწავლებელი ჩათვლის საჭიროდ მოცემული სასწავლო თემის ფარგლებში.

საკითხების საშუალებით ხდება იმის განსაზღვრა, თუ კონკრეტულად, რა მასალის საფუძველზე წარმართება მუშაობა თემის ფარგლებში. ქვეცნებებსა და საკითხებზე დაყრდნობით განისაზღვრება ასევე კომპლექსური დავალების პირობა.

ქვეცნებები – წლიური თემების ფარგლებში, გამოიყოფა საგნობრივი ქვეცნებები, რომლებიც უშუალოდ გამომდინარეობს შესაბამისი სამიზნე ცნებებიდან; ისინი წარმოადგენენ ტერმინებს, რომლებით ოპერირებაც მოსწავლეს ამ კონკრეტული თემის ფარგლებში/კონკრეტულ საკითხთან მიმართებით მოუწევს.

თემატური საკვანძო შეკითხვები ორიენტირებულია უშუალოდ შესაბამის სამიზნე ცნებაზე/ცნებებზე (მაგ., ცნებაზე „კონტექსტი“) და განისაზღვრება შერჩეული ქვეცნებების/საკითხების გათვალისწინებით. ისინი გამოკვეთს, რაზე უნდა დაფიქრდეს მოსწავლე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობისას. მათი ფუნქციაა

- მოსწავლის წინარე ცოდნის გააქტიურება, ცნობისმოყვარეობის გაღვივება, პროვოცირება ახალი ცოდნის შესაძენად;
- სასწავლო თემის შედეგზე ორიენტირებულად სწავლა-სწავლების უზრუნველყოფა;
- თემის სწავლა-სწავლების პროცესში შუალედური ნაბიჯების/ეტაპების განსაზღვრა. საკვანძო შეკითხვა წარმოადგენს მათრგანიზებულ ელემენტს, რომელიც სასწავლო თემის ფარგლებში ასრულებს გაკვეთილ(ებ)ის მიზნის როლს.

**კომპლექსური დავალება** წარმოადგენს მოსწავლის შემეცნებით-შემოქმედებით პროდუქტს, რომლის შესრულება მოითხოვს სხვადასხვა ცოდნის ინტეგრირებულად გამოყენებას ფუნქციურ კონტექსტებში. კომპლექსური დავალება და მასთან მჭიდროდ დაკავშირებული სტრუქტურული ერთეულები (საკითხი, ქვეცნება, საკვანძო შეკითხვა, შეფასების კრიტერიუმი), ცალკეული თემის ფარგლებში, შუალედური მიზნის როლს ასრულებს.

**შეფასების კრიტერიუმები** უნდა გამომდინარეობდეს სტანდარტის შედეგებიდან და აჩვენებდეს, რა უნდა შეძლოს მოსწავლემ კონკრეტული თემის ფარგლებში.

## სასწავლო თემის მატრიცის ნიმუში

თემა: საათების სავარაუდო რაოდენობა ____			
თემასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები:			
თემასთან დაკავშირებული საკვანძო შეკითხვები:			
თემის ფარგლებში დასამუშავებელი საკითხები:			
სამიზნე ცნებები და მათთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები	<b>I ეტაპი</b>		კომპლექსური დავალება/ დავალებები
	საკითხი/ქვეცნება	საკვანძო შეკითხვა / შეკითხვები	
	აქტივობები:		
	რესურსები:		
	<b>II ეტაპი</b>		კომპლექსური დავალება/ დავალებები
	საკითხი/ქვეცნება	საკვანძო შეკითხვა/ შეკითხვები	
	აქტივობები:		
	რესურსები:		
შეფასების კრიტერიუმი / კრიტერიუმები			

### როგორ აიგება სასწავლო თემა?

სასწავლო თემის ასაგებად უმთავრესი ორიენტირებია სტანდარტის შედეგები. ისინი სტანდარტში სავალდებულო სახითაა განსაზღვრული. ცნებებსა და შედეგებზე დაყრდნობით განისაზღვრება მკვიდრი წარმოდგენები, საკვანძო კითხვები და შეფასების კრიტერიუმები

სასწავლო თემის სწავლა-სწავლების მიზნით შემდეგ ეტაპზე უნდა განისაზღვროს საგნობრივი საკითხები, რესურსები, დავალებების ტიპები/ნიმუშები გაგების, გააზრების, განმტკიცებისა და შეჯამების მიზნით. ასევე მნიშვნელოვანია განისაზღვროს იღებები შემაჯამებელი კომპლექსური დავალებებისთვის, რადგან მხოლოდ კომპლექსური დავალებების საშუალებით შეიძლება გამოვლინდეს, რამდენად დაეუფლა მოსწავლე თემის ფარგლებში ასათვისებელ ცოდნა-უნართა ერთობლიობას და რამდენად ახერხებს მათ ფუნქციურად გამოყენებას.

სასწავლო თემის აგების ბიჯები

ნაბიჯი 1. მკვიდრი წარმოდგენების დადგენა
ნაბიჯი 2. თემატური საკვანძო კითხვების დასმა
ნაბიჯი 3. შეფასების კრიტერიუმების განსაზღვრა
ნაბიჯი 4. თემატური საკითხების განსაზღვრა
ნაბიჯი 5. აქტივობებისა და მიმდინარე დავალებების დაგეგმვა და რესურსების შერჩევა
ნაბიჯი 6. შემაჯამებელი კომპლექსური დავალებების შემუშავება

**საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების სწავლების მნიშვნელოვანი მიდგომები**

გაკვეთილებზე მოსწავლეები ხშირად სვამენ „რატომ“ კითხვებს. სწავლების პროცესი ისე უნდა წარმართოს, რომ ამ კითხვების დიდი ნაწილი შეიცვალოს „როგორ“ კითხვებით. „როგორ“ კითხვები ბევრად უფრო ამძაფრებს კვლევის წინაპირობას, ვიდრე „რატომ“ კითხვები. გაკვეთილის დაწყებისთანავე მასწავლებელმა მოსწავლეებში უნდა აღძრას ინტერესი საკითხისა თუ თემის ირგვლივ, გაზარდოს მოტივაცია. მხოლოდ ამის შემდეგ უჩნდებათ მოსწავლეებს დამატებითი კითხვები, თუ „როგორ“ და „რატომ“ წარმოიშვა ესა თუ ის ფენომენი. საწყისი შეკითხვა შეიძლება მოდიოდეს მოსწავლისაგან, მასწავლებლისაგან, სახელმძღვანელოდან, ინტერნეტიდან ან რაიმე სხვა წყაროდან. კითხვის განსაზღვრაში მასწავლებელი გადამწყვეტ როლს ასრულებს. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მასწავლებლის როლი იმ შემთხვევაში, თუ კითხვა მოსწავლეებმა უნდა ჩამოაყალიბონ. ამა თუ იმ თემასთან დაკავშირებით კითხვების შერჩევის დროს მასწავლებელი უნდა დაეყრდნოს მოსწავლეების წინარე ცოდნას და გამოცდილებას. მასწავლებელმა ისიც უნდა გაითვალისწინოს, რომ მოსწავლეების მიერ დასმული კითხვა გამომდინარეობს მათივე დაკვირვებებით მიღებული ინფორმაციიდან, ამდენად, პასუხიც მათ ცოდნასა და განვითარების დონეს უნდა შეესაბამებოდეს. კვლევა მოსწავლეებისათვის საინტერესო ხდება მაშინ, თუ ის მათთვის მნიშვნელოვან და საინტერესო საკითხს ეფუძნება, რომელსაც აქვს კავშირი ყოველდღიურ ცხოვრებასთან.

საბუნებისმეტყველო მეცნიერების სტანდარტის მოთხოვნების მისაღწევად აუცილებელია, მოსწავლე ჩართული იყოს კვლევა-ძიების პროცესებში და ჰქონდეს უწყვეტი პრაქტიკა. მოსწავლეები კვლევის არსს ვერ იგებენ მხოლოდ ტერმინების, მაგალითად, ჰიპოთეზა – დასწავლით, ან სხვადასხვა პროცედურის, მაგალითად, მეცნიერული კვლევის ეტაპების – დამახსოვრებით. მოსწავლე თვითონ უნდა იყოს ჩართული პროცესში. მაგ., თვითონ განსაზღვროს კვლევის ეტაპები, რათა უფრო ღრმად ჩასწვდეს მის არსს. ამასთან, კვლევა-ძიებითი აქტივობების მხოლოდ ჩატარება არ კმარა. კვლევა-ძიება და მისი შედეგების გააზრება ერთდროულად უნდა ხდებოდეს. სწავლა-სწავლების ახალი მიდგომა მოითხოვს მოსწავლეების ჩართვას მეცნიერული ცოდნის შეფასებაში. კვლევაში ჩართულმა მოსწავლეებმა და მასწავლებელმა უნდა დასვან შემდეგი კითხვები:

- რა ხდება, რა მოვლენა ან პროცესი მიმდინარეობს?
- მოვლენის/პროცესის რა მახასიათებლები გვაქვს?
- რომელი მახასიათებლები არ გვჭირდება?

- რა სახის ცვლადები გვაქვს?
- პასუხობს თუ არა მიღებული მონაცემები კვლევის მიზანს?
- რა ახსნა შეიძლება მოვუძებნოთ ამ მონაცემებს?
- რით სჯობს ერთი რომელიმე ახსნა დანარჩენებს?

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების სწავლების პროცესში პრაქტიკული სამუშაოს გამოყენებას ფუნდამენტური როლი ენიჭება. მნიშვნელოვანია, რომ მასწავლებელმა შეძლოს კლასში პრაქტიკული სამუშაოს ეფექტიანი წარმართვა და უსაფრთხო გარემოს უზრუნველყოფა. პრაქტიკული სამუშაოს დამთავრების შემდეგ კი დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სამუშაოს შედეგების განხილვისა და შეჯამების მიზნით დისკუსიის წარმართვას.

მიზნების გათვალისწინებით, სწავლების დროს შეიძლება გამოყენებული იყოს შემდეგის სახის პრაქტიკული სამუშაოები:

1. სადემონსტრაციო ცდა – პრაქტიკული სამუშაოები, რომელთა მიზანია კონკრეტული მეცნიერული მოვლენის ილუსტრირება;
2. გასავარჯიშებელი პრაქტიკული სამუშაოები – სავარჯიშოები, რომლებიც ექსპერიმენტების ჩატარების ტექნიკას, ხელსაწყოების მოხმარების პრაქტიკული უნარ-ჩვევების განვითარებას ემსახურება;
3. კვლევა-ძიებითი პრაქტიკული სამუშაოები – მათი მიზანია, მოსწავლეებმა ისწავლონ კვლევა, ნაბიჯ-ნაბიჯ მიჰყვნენ კვლევის ციკლის ეტაპებს. გამოიყენონ გასავარჯიშებელი პრაქტიკული სამუშაოების დროს მიღებული ცოდნა და უნარები.
4. პრობლემის გადაჭრაზე ორიენტირებული პრაქტიკული სამუშაოები გულისხმობს ისეთ აქტივობებს, სადაც მოსწავლეებს რეალური ობიექტებით მანიპულირების გზით უწევთ პრობლემის გადაჭრა – პრაქტიკული გამოსავლის მოძებნა.

სწავლის უნარების გასაუმჯობესებლად მნიშვნელოვანია ზრუნვა მეტაკოგნიციის უნარების განვითარებაზე, რისთვისაც მასწავლებელმა პერიოდულად სამი ტიპის აქტივობა უნდა ჩაატაროს. ეს აქტივობებია:

**სტრატეგიების მოდელირება:** მასწავლებელი მოსწავლეებთან ერთად ასრულებს დავალებას და მისი შესრულებისას „ხმამაღლა ფიქრობს“ იმაზე, თუ როგორ შეასრულოს ეს აქტივობა (მაგ., კარგად გავეცნოთ პირობას და დავაკვირდეთ, რას მოითხოვს იგი; აქვს თუ არა პირობას თანმხლები მასალა და მისთ.);

**წინმსწრები მეტაკოგნიტური ჰაუზა, ანუ დავალების შესრულებამდე დაფიქრება და მსჯელობა გადასადგმელ ნაბიჯებზე** – მას შემდეგ, რაც მოსწავლეები გაეცნობიან დავალების პირობას, შევასრულებინებთ მეტაკოგნიტური ხასიათის ამგვარ აქტივობას: მათ ჯგუფურად უნდა განსაზღვრონ ის გზა, რომლითაც დავალებას შეასრულებენ, სახელდობრ: დეტალურად აღწერონ დავალების შესრულების ეტაპები (რას შეასრულებენ რის შემდეგ და სხვ.), ასევე სტრატეგიები, რომლებსაც გამოიყენებენ თითოეულ ეტაპზე. ჯგუფებმა უნდა წარმოადგინონ თავიანთი ნამუშევრები და იმსჯელონ შერჩეული გზებისა თუ სტრატეგიების მიზანშეწონილობაზე;

**შემდგომი მეტაკოგნიტური ჰაუზა, ანუ დავალების შესრულების შემდეგ დაფიქრება და მსჯელობა გადადგმულ ნაბიჯებზე** – მას შემდეგ, რაც მოსწავლეები შეასრულებენ კონკრეტულ დავალებას, მათ უნდა გაიხსენონ და აღწერონ განვლილი გზა: რა გააკეთეს რის შემდეგ? რა ხერხები გამოიყენეს მუშაობისას? რა გაუჭირდათ ან რა გაუადვილდათ? შესრულებული მოქმედებების აღწერის შედეგად მოსწავლეები გააცნობიერებენ იმ ფაქტს, რომ მიზნის მისაღწევად არსებობს სხვადასხვა გზა და ხერხი, რომლებზეც დავალების შესრულებამდე უნდა დაფიქრდნენ (ოპტიმალური გადაწყვეტილების მისაღებად). მეტაკოგნიტური ჰაუზა მოსწავლეებს განუვითარებს სწავლის უნარებს და აუმადლებს სწავლის ქმედუნარიანობას.

## შემაჯამებელი (ბანდანიტარებელი და განმსაზღვრელი) შეფასება

შემაჯამებელი შეფასება უნდა ზომავდეს, რამდენად ფლობს ან/და რამდენად ფუნქციურად იყენებს მოსწავლე სამიზნე ცნებებს. ცნებების დაუფლების ხარისხის შესაფასებლად გამოიყენება ე.წ. სოლო ტაქსონომია (დაკვირვებადი სასწავლო შედეგების სტრუქტურის ტაქსონომია – ინგლ. SOLO – Structure of Observed Learning Outcomes), რომელიც წარმოადგენს პლატფორმას შეფასების კრიტერიუმების შესამუშავებლად. სოლო ტაქსონომია ზომავს მოსწავლეთა მიღწევებს 5 დონის მიხედვით. ეს დონეებია:

<p><b>SOLO 1: პრე-სტრუქტურული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს საერთოდ ვერ გაუაზრებია საკითხი, იყენებს შეუსაბამო, არარელევანტურ ინფორმაციას ან/და საერთოდ აცდენილია საკითხს.</p>
<p><b>SOLO 2: უნისტრუქტურული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს შეუძლია მხოლოდ ერთი ასპექტის განხილვა და მარტივი, აშკარა/ცხადი კავშირების დამყარება. მოსწავლეს შეუძლია ტერმინოლოგიის გამოყენება, ზეპირად გადმოცემა (გახსენება), მარტივი ინსტრუქციების/ალგორითმების შესრულება; პარაფრაზირება, ამოცნობა, დასახელება ან დათვლა.</p>
<p><b>SOLO 3: მულტისტრუქტურული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს შეუძლია რამდენიმე ასპექტის განხილვა განცალკევებულად, ერთმანეთთან კავშირის გარეშე. მას შეუძლია ჩამოთვლა, აღწერა, კლასიფიცირება, კომბინირება; მეთოდების, სტრუქტურის გამოყენება; პროცედურების შესრულება, სხვ.</p>
<p><b>SOLO 4: მიმართებითი დონე</b></p> <p>მოსწავლეს შეუძლია გაიაზროს კავშირი რამდენიმე ასპექტს შორის, აგრეთვე ისიც, თუ როგორ ერგება/შეეხამება ეს ასპექტები ერთმანეთს და ქმნის მთელს, მთლიანობას. მისი ნააზრევი დასტრუქტურებულია და ამგვარად, მოსწავლეს აქვს იმის უნარი, რომ შეადაროს, დააკავშიროს, გააანალიზოს, გამოიყენოს თეორია, ახსნას საკითხი მიზეზებისა და შედეგების კუთხით.</p>
<p><b>SOLO 5: გაფართოებული აბსტრაქტული დონე</b></p> <p>მოსწავლეს შეუძლია სტრუქტურის განზოგადება მოცემულის/შეთავაზებულის მიღმა, სტრუქტურის აღქმა მრავალი სხვადასხვა კუთხიდან/თვალთახედვით და იდეების გადატანა ახალ სფეროში. მას შეუძლია განზოგადება, ჰიპოთეზის წამოყენება, კრიტიკა ან თეორიის ჩამოყალიბება.</p>

შემაჯამებელი შეფასებისთვის გამოიყენება კომპლექსური დავალებები, რომლებიც მოითხოვს სამიზნე ცნებებით განსაზღვრული ცოდნის ინტეგრირებულად გამოყენებას ფუნქციურ კონტექსტებში.

## ტიპობრივი დავალებები შემაჯამებელი შეფასებისათვის

სტანდარტის მოთხოვნათა მიღწევის შესაფასებლად რეკომენდებულია შემაჯამებელ დავალებათა მრავალფეროვანი ფორმების გამოყენება. შემაჯამებელი დავალება უნდა იძლეოდეს იმ ცოდნისა და უნარების სრულფასოვნად შეფასების საშუალებას, რომელთა დაუფლებასაც ემსახურებოდა სწავლების პროცესი.

საბუნებისმეტყველო საგნების შემაჯამებელ დავალებათა ტიპები შეიძლება იყოს: ტესტი, მოდელირება, პროექტი, პრეზენტაცია, პრობლემის გადაჭრაზე დაფუძნებული დავალებები; ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზი, სავლე/გასვლითი სამუშაოს ანგარიში და სხვა.

ტესტი – ტესტური დავალებების ერთობლიობა. ტესტური დავალებები შეიძლება იყოს როგორც დახურული, ასევე – ღია. დახურული ტიპის დავალებების ქულების წილი მთლიან ტესტში, სასურველია, არ აღემატებოდეს 30%-ს. ღია ტიპის დავალებები უნდა ამოწმებდეს მოსწავლეების ანალიტიკური აზროვნების უნარებს. სასურველია, ღია ტიპის ტესტურ დავალებებში წამყვანი იყოს კითხვები „რატომ“, „როგორ“. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების ტესტური დავალებები უნდა მოიცავდეს სქემების, ნახატების და ნახაზების წაკითხვის, გაგებისა და ანალიზის კომპონენტსაც. მოსწავლეს უნდა მოეთხოვებოდეს გრაფიკული მათრიანიზებლებით მოცემული ინფორმაციის წაკითხვა და/ან გრაფიკული მათრიანიზებლების აგება პროცესების აღწერის მიზნით.

კვლევა-ძიებაზე დაფუძნებული დავალებები (მათ შორის ექსპერიმენტული სამუშაოები) – დავალებები, რომლებიც მოითხოვენ მოსწავლეების ჩართვას როგორც პრაქტიკულ კვლევით აქტივობებში, ისე მონაცემების დამუშავების, ანალიზის ინტერპრეტაციაში.

მოდელირება – პროცესის, მოვლენის, ობიექტის ანალოგის გამოყენება ან/და შექმნა. მოდელი შეიძლება იყოს როგორც ორგანოზომილებიანი (სამეცნიერო ნახატი/ნახაზის შექმნა), ასევე სამგანზომილებიანი. მნიშვნელოვანია, რომ მოსწავლეებმა შეძლონ ახსნან მოდელის კომპონენტების ფუნქციები, მოდელის დახმარებით აღწერონ პროცესები, მოდელი შექმნან გარკვეული პრობლემის გადასაჭრელად. აუცილებელია მოსწავლეებმა იმსჯელონ მოდელის შეზღუდვებზე (მაგ., ატომის სიბრტყეზე გამოსახული სქემა არასრულფასოვნად აჩვენებს, როგორ მოძრაობენ ელექტრონები ატომბირთვის გარშემო).

პრობლემის გადაჭრაზე დაფუძნებული დავალებები – შესრულებული სამუშაო უნდა მოიცავდეს, პრობლემის განსაზღვრას, ანალიზს, პრობლემის გადაჭრის ოპტიმალური გზის შერჩევას და პრობლემის გადაჭრას. პრობლემის გადაჭრაზე დაფუძნებული დავალება უნდა იძლეოდეს ალტერნატიული გადაჭრის გზების არსებობის შესაძლებლობას.

პროექტი – შესრულებული სამუშაო უნდა მოიცავდეს პრობლემის/საკითხის ანალიზს; პრობლემის/საკითხის ირგვლივ შეგროვებული ინფორმაციის ანალიზს, პროექტის დაგეგმვა და შესრულების (აქტივობების) აღწერას, დასკვნებს, პროექტის საბოლოო პროდუქტს.

პრეზენტაცია- შესრულებული ნაშრომის წარდგენა აუდიტორიის წინაშე. მნიშვნელოვანია, რომ პრეზენტაცია არ უნდა იყოს მოძიებული ინფორმაციის წარდგენა. საპრეზენტაციო დავალება უნდა იძლეოდეს საშუალებას, თითოეულმა მოსწავლემ/ჯგუფმა წარმოადგინოს საკუთარი ორიგინალური გადაწყვეტილება, ანალიზი, შეფასება ან სხვა.

**კომპლექსური დავალება №1**  
**ნავთობი და ნავთობპროდუქტები ადამიანის სამსახურში**

<p><b>თემა: ნახშირწყალბადების ქიმია</b></p> <p><b>სამიზნე ცნება</b> – ნივთიერება(შედეგი 1,2,3,4)  <b>ქვეცნება:</b> ნაჯერი,უჯერი, არომატული ნახშირწყალბადები.</p> <p><b>სამიზნე ცნება</b> – ქიმიური ბმა (შედეგი 1,2,3,4)  <b>ქვეცნება:</b> σ- და π- ბმები.</p> <p><b>სამიზნე ცნება</b> – ფიზიკური და ქიმიური მოვლენა (შედეგი 1,2,3,4)  <b>ქვეცნება:</b> ნავთობის გამოხდა</p>
<p><b>საკითხი:</b> ნავთობი და ნავთობპროდუქტები.</p> <p><b>საკვანძო შეკითხვა:</b> როგორ წარმოაჩინოთ თვალსაჩინოდ ნავთობპროდუქტების არსებობას ქვეყნის ეკონომიური პოტენციალის და განვითარების საქმეში?</p> <p><b>კომპლექსური დავალება:</b>          ნავთობპროდუქტები კაცობრიობისათვის ენერჯის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი წყაროა. მათ გარეშე წარმოუდგენელია დღევანდელი ყოფა-ცხოვრება და სამრეწველო საქმიანობა. ტრანსპორტის უდიდესი ნაწილი საწვავად ნახშირწყალბადების-ბუნებრივი აირის, გათხევადებული აირის, ბენზინის წვის ენერჯიას იყენებს.          ნავთობი თხევადი ნახშირწყალბადების ნარევი, რომელიც მასში გახსნილ მყარ და აირად ნახშირწყალბადებსაც შეიცავს. იგი მუქი ფერის, ზეთისებური, სპეციფიკური სუნის მქონე სითხეა, წყალზე ცოტათი მსუბუქია და მასში პრაქტიკულად არ იხსნება. სხვადასხვა საბადოდან მოპოვებული ნავთობის თვისებითი და რაოდენობრივი შედგენილობა განსხვავებულია, მაგრამ ყველა შეიცავს ალკანებს, ციკლოალკანებსა და არენებს. გარდა ამისა ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფერო/პროფესია მჭიდროდაა დაკავშირებული ნახშირწყალბადების სხვადასხვა წარმომადგენლების-ალკენების, ალკანების, ალკინების, ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გამოყენებასთან. მოამზადეთ პრეზენტაცია.</p>

<p><b>სამიზნე ცნება/ცნებებთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები</b>                  მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:</p>	<p><b>შეფასების კრიტერიუმი</b>                  მოსწავლეს შეუძლია:</p>	<p><b>ნაშრომში/ნაშრომში პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:</b></p>
<p><b>ნივთიერება (შედეგები: 1, 2, 3, 4)</b></p> <p>1. ნივთიერებები (არა ყველა!) შედგება მოლეკულებისაგან, მოლეკულები – ატომებისაგან. ატომი შედგება სუბატომური ნაწილაკებისაგან: პროტონებისაგან, ნეიტრონებისა და ელექტრონებისაგან;</p> <p>2. პერიოდულობის ცხრილში ქიმიური ელემენტები განლაგებულია გარკვეული კანონზომიერებით. ქიმიური ელემენტების თვისებები, მათი ნაერთების ფორმები და თვისებები პერიოდულ დამოკიდებულებათა ატომბირთვის მუხტის სიდიდესთან;</p>	<p><b>ნივთიერება:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ნივთიერებათა კლასიფიცირება შედგენილობისა და თვისებების მიხედვით(ნივთ. მკ.წ.1,3)</li> <li>ნივთიერებათა რაოდენობრივ მახასიათებლებზე მსჯელობა(ნივთ.მკ.წ.4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ნახშირწყალბადების კლასიფიკაცია. მათი ფიზიკური და ქიმიური თვისებები. მნიშვნელობა ბუნებასა და ყოფა-ცხოვრებაში</li> <li>რა უპირატესობა აქვს ნახშირწყალბადების (ბუნებრივი აირი, ბენზინი, ნავთი და ა.შ.) საწვავად გამოყენებას სხვა საწვავთან შედარებით;</li> </ul>

<p>3. ყოველ ნივთიერებას აქვს თვისებათა უნიკალური ნაკრები და ნივთიერებები კლასიფიცირდება სხვადასხვა ნიშნით: მყარი, თხევადი, აირადი, სუფთა ნივთიერებები და ნარევიები. მარტივი და რთული ნივთიერებები, არაორგანული და ორგანული ნაერთები;</p> <p>4. ნივთიერებებს აქვთ რაოდენობრივი მახასიათებლები: ფარდობითი ატომური და მოლეკულური მასა, მოლური მოცულობა, პროცენტული შედგენილობა.</p> <p><b>ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები</b> (შედეგები: 1,2,3,4)</p> <p>1. ბუნებაში მიმდინარე ცვლილებები მიეკუთვნება ფიზიკურ/ქიმიურ მოვლენებს;</p> <p>2. ფიზიკური მოვლენის დროს ნივთიერება არ იცვლება, ქიმიური მოვლენის დროს ნივთიერება იცვლება. ქიმიურ მოვლენებს სხვაგვარად ქიმიური რეაქციები ეწოდება.</p>	<p><b>ქიმიური ბმა:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ატომებს, ატომთა ჯგუფებს ან მოლეკულებს შორის კავშირის ახსნა შესაბამისი ქიმიური ბმების(იონური, კოვალენტური, მეტალური) და მოლეკულათშორის მიზიდვის / განზიდვის ძალების საფუძველზე (ქიმ.ბმა.მკ.წ.1)</li> <li>• ნივთიერებათა თვისებების დაკავშირება მათში არსებული ქიმიური ბმის ტიპთან და გამოყენების სფეროებთან(ქიმ. ბმა. მკ.წ.2.)</li> </ul> <p><b>ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ნივთიერებათა გარდაქმნების თანმხლები ნიშნების მიხედვით ბუნებაში მიმდინარე ცვლილებების მიკუთვნება ფიზიკური/ქიმიურ მოვლენებთან(ფიზ.ქიმ. მოვლ. მკ.წ.1)</li> <li>• ნივთიერებათა შორის მიმდინარე გარდაქმნების მიზეზ-შედეგობრივ კავშირებზე მსჯელობა(ფიზ. ქიმ.მოვლ. მკ.წ.1)</li> <li>• ფიზიკური და ქიმიური მოვლენების შესახებ ცოდნის გამოყენება კონკრეტული პრობლემის გადასაჭრელად(ფიზ.ქიმ. მოვლ. მკ.წ.1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• რატომ განსაზღვრავს ნახშირწყალბადების ნედლეულის მარაგი ქვეყნის პოტენციალს, ხოლო მათი გადამუშავება საზოგადოების განვითარების დონეს.</li> <li>• ნახშირწყალბადების მნიშვნელობა ყოფა-ცხოვრებასა და სახელმწიფოს ეკონომიკისათვის.</li> </ul>
---	--	--

## კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები

### ეტაპი I. კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:

პოსტერი (რესურსი 2)

- რა მახასიათებლები აქვს პოსტერს?
- რა განასხვავებს პოსტერს წარდგენის სხვა ხერხებისაგან?
- რა ეტაპები უნდა გაიაროთ პოსტერის შესაქმნელად?

კომპლექსური დავალება

- თქვენი სიტყვებით ჩამოაყალიბეთ, რას შეეხება დღეს მოცემული დავალება, რომელზეც რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში უნდა იმუშაოთ.
- მსგავსი ფორმის ან შინაარსის დავალება სხვა დროს თუ შეგისრულებიათ?

### ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშობა

ნაბიჯი 1.

შეფასების კრიტერიუმი 1. ნახშირწყალბადების კლასიფიკაცია. მათი მნიშვნელობა ბუნებასა და ყოფა-ცხოვრებაში.

რესურსი 1. სახელმძღვანელო. პარაგრაფები, გვერდები.

რესურსი 2. საინფორმაციო ტექსტი.

რესურსი 3. ბურთულ-დეროვანი მოდელების ასაწყობი მასალები.

რესურსი 4. ლაბორატორიაში ქვევის წესები.

რესურსი 5. ექსპერიმენტი.

აქტივობა 1. წინარე ცოდნის გააქტიურება.

აქტივობა 2. საინფორმაციო ტექსტის გაცნობა.

აქტივობა 3. ნახშირწყალბადების ბურთულ-დეროვანი მოდელების აწყობა.

დავალება:

შედგინეთ ა) 2 მეთილბუტანის, ბ) ეთილენის, გ) პროპინის, დ) 2,2-დიმეთილპროპანის, ე) 2-მეთილბუტ-1-ენის, ვ) აცეტილენის ბურთულ დეროვანი მოდელები.

აქტივობა 4. ამოარჩიეთ სწორი პასუხი:

1) ჰომოლოგები ეწოდება:

- ა) ნივთიერებებს, რომელთაც ერთნაირი აღნაგობა აქვს, მაგრამ განსხვავდება ქიმიური თვისებებით;
- ბ) ნივთიერებებს, რომელთაც ერთნაირი ქიმიური შედგენილობა აქვს, მაგრამ განსხვავდება თვისებებით;
- გ) ნივთიერებს, რომელთაც მსგავსი ქიმიური შედგენილობა აქვს, მაგრამ განსხვავდება  $\text{CH}_2$  ჯგუფით;
- დ) ნივთიერებს, რომელთაც მსგავსი ქიმიური თვისებები აქვს, მაგრამ განსხვავდება მოლეკულათა შედგენილობაში ერთი ან რამდენიმე  $\text{CH}_2$  ჯგუფით.

2) იზომერები ეწოდება:

- ა) ნივთიერებებს, რომელთაც ერთნაირი ქიმიური შედგენილობა აქვს, მაგრამ განსხვავებული აღნაგობა და ამის გამო განსხვავებული თვისებებიც;
- ბ) ნივთიერებებს, რომელთაც ერთნაირი ქიმიური თვისებები აქვს;

გ) ნივთიერებს, რომელთაც მსგავსი ქიმიური შედგენილობა აქვს, მაგრამ განსხვავდებიან  $\text{CH}_2$  ჯგუფით;

დ) ნივთიერებებს, რომელთაც განსხვავებული აღნაგობა აქვს, მაგრამ მსგავსი ქიმიური თვისებები.

3) ნახშირწყალბადებს, რომელთა მოლეკულებში მხოლოდ  $\sigma$  (სიგმა) ბმები გვხვდება უწოდება:

ა) ალკინები; ბ) ალკენები; გ) ალკადიენები; დ) ალკანები.

4) საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით ნაჯერი ნახშირწყალბადების სახელწოდების დაბოლოებაა:

ა) „ინ“-ი; ბ) „ან“-ი; გ) „ენ“-ი; დ) „ოლ“-ი.

5) ალკანების ზოგადი ფორმულაა:

ა)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ ; ბ)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ; გ)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ; დ)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ .

6) ბუნებაში ალკანები ძირითადად გვხვდება:

ა) ჰაერში; ბ) ქვიშაში; გ) ნავთობში; დ) მადნებში.

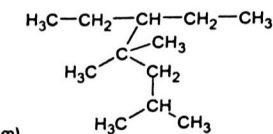
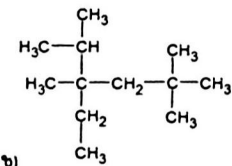
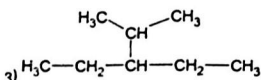
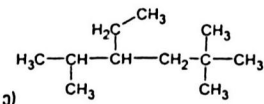
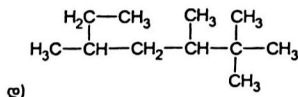
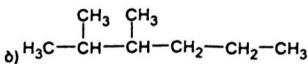
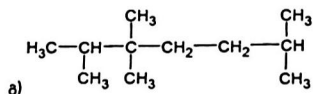
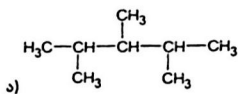
7) მეთანის მოლეკულის აღნაგობაა:

ა) ბრტყელი; ბ) წრფივი; გ) სფეროსებრი; დ) ტეტრაედრული.

აქტივობა 5. შეადგინეთ შემდეგი ნივთიერებების სტრუქტურული ფორმულები:

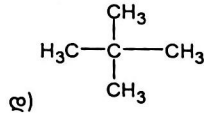
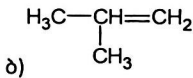
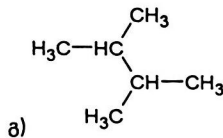
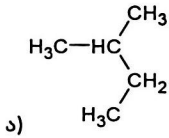
- ა) 2,2,3,4-ტეტრამეთილპენტანი
- ბ) 3-ეთილ-2,4-დიმეთილჰექსანი
- გ) 3-ეთილ-2,3,6-ტრიმეთილჰექსანი
- დ) 2-მეთილბუტ-1-ინი
- ე) 3,3-დიმეთილპენტ-1-ენი.

აქტივობა 6. დაასახელეთ მოცემული სტრუქტურების მქონე ალკანები საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით:

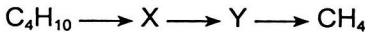


**აქტივობა 7. ამოხსენით ამოცანები**

1. ნახშირწყალბადის შემადგენლობაში შედის  $\omega(\text{C}) = 85,7\%$  და  $\omega(\text{H}) = 14,3\%$ . როგორია ამ ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ იგი შეიცავს 3 პირველად ნახშირბადატომს.



2. მოცემულია გარდაქმნის სქემა:

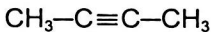


უცნობი X და Y ნივთიერებები შეიძლება იყოს:

- ა) X -  $\text{C}_2\text{H}_4$ , Y -  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ ;      ბ) X -  $\text{CO}_2$ , Y -  $\text{CH}_3\text{OH}$ ;  
 გ) X -  $\text{C}_2\text{H}_6$ , Y -  $\text{C}_2\text{H}_4$ ;      დ) X -  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , Y -  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .

3. რა მოცულობის მეთანი მიიღება (ნ.პ) 41 გ ნატრიუმის აცეტატისგან?

4. რომელი თვისებები შეიძლება იყოს დამახასიათებელი მოცემული ნაერთისათვის?



I. წვა და ჟანგვა

III. ვერცხლის სარკის რეაქცია

II. პოლიმერიზაცია

IV. მიერთება

- ა) I და IV;      ბ) I, II და IV;      გ) I, III და IV;      დ) ოთხივე.

**აქტივობა 8. უსაფრთხოების სათანადო წესების დაცვით, მოცემული ინსტრუქციის მიხედვით შესაბამისი რეაქციების ჩატარება.**

**ცდის მიზანი:** მეთანის მიღება და მისი თვისებების შესწავლა.

**საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:** ფაიფურის ჯამი, მინის წკირი, ფაიფურის ფილა, სარეაქტივო ქილა, მოზრდილი ზომის სინჯარა, კრისტალიზატორი, ნატრიუმის აცეტატი, ნატრიუმის ტუტე, სპირტქურა, ასანთი.

**ცდის მსვლელობა:** მეთანის მისაღებად საჭიროა ნატრიუმის აცეტატი და ნატრიუმის ტუტე. გასაყიდი ნატრიუმის აცეტატი შეიცავს კრისტალიზაციურ წყალს დასაჭიროა მისი წინასწარ გაუწყლოება. ამისათვის მოიქვეით შემდეგნაირად: აიღეთ ნატრიუმის აცეტატი, მოათავსეთ ჯამში, აცხელეთ და თან გამუდმებით ურჩეთ მინის ჩხირით. თავდაპირველად მარილი გადნება, შემდეგ გამდნარი მასა გასქელდება კრისტალიზაციური წყლის აორთქლების გამო, ბოლოს ის გადაიქცევა

თეთრ, მყარ მასად. ამის შემდეგ განაგრძეთ გაცხელება, მარილი ისევ გადნება და როდესაც მისგან ბუმბულის გამოყოფა შეწყდება შეწყვიტეთ გაცხელება. გამდნარი მასა დაასხით ცივ ფაიფურის ფილაზე. გაცივების შემდეგ დააფხვიერეთ და შეინახეთ კარგად თავდახურულ ქილაში.

მეთანის მისაღებად აიღეთ ორი წონითი ნაწილი გაუწყლოებული ნატრიუმის აცეტატის ფხვნილი. მოათავსეთ ის ფაიფურის ჯამში, მიუმატეთ მას ერთი წონითი ნაწილი აგრეთვე გაფხვიერებული ნატრიუმის ტუტე და კარგად შეურიეთ. ნარევი ჩაყარეთ მოზრდილ სინჯარაში ნახევრამდე, სინჯარას დაუცეთ საცობი გაზგამყვანი მილით და ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში დაამაგრეთ შტატივის მომჭერში ისე, რომ გაზგამყვანი მილის გაწელილი ბოლო ზევით იყოს მიმართული. ამის შემდეგ სინჯარა ჯერ სუსტად გააცხელეთ, შემდეგ კი ძლიერი ალით აცხელეთ სინჯარის ძირი. გაცხელების დროს აღებული ნივთიერებების ურთიერთქმედებით გამოიყოფა მეთანი. როცა სინჯარიდან ჰაერი მთლიანად გამოძევდება, მაშინ გაწელილი მილის ბოლოსთან მიიტანეთ ანთებული ასანთი. გამოყოფილი მეთანი აინთება და იწვის ოდნავ მნათი ალით.

**ცდის მსვლელობა:** სინჯარაში შეაგროვეთ ჰაერისა და მეთანის ნარევი. ამისათვის აიღეთ მოზრდილი ზომის სინჯარა, მასში 1/10-მდე ჩაასხით წყალი, სინჯარის პირს დააფარეთ თითი და გადმოაბრუნეთ წყლიან კრისტალიზატორში. შემდეგ სინჯარაში შეუშვით მეთანის ნაკადი, სანამ სინჯარიდან წყალი მთლიანად გამოიღვენებოდეს. ამის შემდეგ სინჯარის პირს წყალშივე დააფარეთ ცერი, ამოიღეთ წყლიდან და თითის მოუმორებლად გადმოაბრუნებულ მდგომარეობაში მიიტანეთ სპირტქურის ალთან, ცერი მოამორეთ სინჯარის პირს და ეს უკანასკნელი სწრაფად შეიტანეთ ალში. მოხდება მცირე აფეთქება. მეთანისა და ჟანგბადის ნარევი 1:2 შეფარდებით ცეცხლის მოკიდებით ძლიერ ფეთქდება.

**ცდის მიზანი:** ეთილენის მიღება და მისი თვისებების შესწავლა

**საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:** 100მლ-იანი ბრტყელძირა კოლბა, სინჯარები, სპირტქურა, საცობი გაზგამყვანი მილით, რეზინის მილი, ეთილის სპირტი, კონცენტრირებული გოგირდმჟავა, ბრომიანი წყალი, ასანთი.

**ცდის მსვლელობა:** 100მლ-იან ბრტყელძირა კოლბაში ჩაასხით 5მლ ეთილის სპირტი და ჩადგით ცივწყლიან ჭურჭელში. კოლბი ანჯღრით და თან წვეთწვეთობით უმატეთ 30მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა ისე, რომ ხსნარი არ გაცხელდეს. ამის შემდეგ აიღეთ სუფთა სინჯარა, ჩაასხით მასში 4-5მლ გოგირდმჟავას და ეთილის სპირტის ზემოთმიღებული ნარევი. სინჯარას დაუცეთ საცობი, რომელშიც გატარებულია გაწელილობოლიანი გაზგამყვანი მილი და ფრთხილად აცხელეთ. გაცხელებისას ეთილის სპირტს გოგირდმჟავა წაართმევს წყალს და გამოიყოფა ეთილენი. გამოყოფილი ეთილენი აანთეთ. ის იწვის მნათი ალით. შემდეგ ალი ჩააქრეთ, მილს წამოაცვით რეზინის მილი, რომელსაც ბოლოში მიერთებული აქვს სწორი და გრძელი გაზგამყვანი მილი. ამ უკანასკნელის ბოლო ჩაუშვით სინჯარაში, რომელშიც ჩასხმულია 5-10მლ ბრომიანი წყალი და ატარეთ მასში ეთილენი. რამდენიმე ხნის გასვლის შემდეგ შეამჩნევთ, რომ ბრომიანი წყალი გაუფერულდება.

**ცდის მიზანი:** აცეტილენის მიღება და თვისებები

**საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:** დიდი ზომის სინჯარა გაზგამყვანი მილით, ქიმიური ჭიქა, ძაბრი, ფილტრის ქაღალდი, რკინის ფირფიტა, ჩაქუჩი, ასანთი, გამობდილი წყალი, კალციუმის კარბიდი, ბრომიანი წყალი, ვერცხლის ნიტრატის ხსნარი, ამონიუმის ტუტე, სპირტი, ეთერი.

## ცდის მსვლელობა:

**ცდა 1.** აიღეთ დიდი ზომის სინჯარა და მოურგეთ მას საცობი, რომელშიც გატარებულია გაწელილობლოიანი გაზგამყვანი მილი. სინჯარაში ჩაასხით 8-10 წვეთი წყალი, ჩააგდეთ მასში კალციუმის კარბიდის 2-3 პატარა ნატეხი და სწრაფად დაუცეთ გაზგამყვანმილიანი საცობი. (დაწერეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა). რეაქციის დაწყებიდან ნახევარი წუთის დაყოვნების შემდეგ, როდესაც სინჯარიდან მთლიანად იქნება გამოძვეული ჰაერი, გაზგამყვანი მილის გაწელილ ბოლოსთან მიიტანეთ ანთებული ასანთი. აცეტილენი აინთება. იგი იწვის ძლიერ ნათელი და ჭვარტლიანი ალით. ჭვარტლის გამოყოფა შედეგია აცეტილენის არასრული წვა. ძლიერ ფეთქებადია ერთი მოცულობა აცეტილენისა და 2,5 მოცულობა ჟანგბადის(12,5 მოცულობა ჰაერის) ნარევი. ამ დროს ხდება აცეტილენის სრული წვა. დაწერეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.

## სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:

- რაში მდგომარეობს ორგანულ ნაერთთა აღნაგობის თეორია?
- როგორია ნახშირბადის ვალენტობა ორგანულ ნაერთებში?
- რითი იყო განპირობებული ატომური ორბიტალების ჰიბრიდიზაციის თეორიის შემოტანა ქიმიამი და რაში მდგომარეობს ამ თეორიის ძირითადი არსი?
- რამდენი სახის ჰიბრიდიზაციას იცნობთ? ჰიბრიდიზაციის რომელი სახე ვლინდება ალკანებში, ალკენებში, ალკინებში, არომატულ ნახშირწყალბადებში?
- ჰიბრიდიზაციის რომელ სახეს შეესაბამება ნახშირბადატომთან დაკავშირებული ატომების ხაზოვანი, ბრტყელი და სივრცითი განლაგება?
- რა განაპირობებს ორგანულ ნაერთთა მრავალფეროვნებას?
- რა არის იზომერია?
- რომელი წესების დაცვაა საჭირო ნახშირწყალბადების სტრუქტურული ფორმულების შედგენისას?
- უსაფრთხოების რომელი წესების დაცვა დაგჭირდებათ ექსპერიმენტის ჩატარების დროს?
- რა რესურსები დაგჭირდებათ ექსპერიმენტის ჩასატარებლად?
- როგორ ღებულობენ ნახშირწყალბადებს ლაბორატორიულ პირობებში?
- რომელი ქიმიური თვისებებით განასხვავებენ ნაჯერ და უჯერ ნახშირწყალბადებს?

## ნაბიჯი 2.

შეფასების კრიტერიუმი 2. რა უპირატესობა აქვს ნახშირწყალბადების(ბუნებრივი აირი, ბენზინი, ნავთი და ა.შ.) საწვავად გამოყენებას სხვა საწვავთან შედარებით რესურსი 1. სახელმძღვანელო

რესურსი 2. საინფორმაციო ტექსტი

### აქტივობა:

- საინფორმაციო ტექსტის გაცნობა.
- სხვადასხვა საწვავის ნაკლსა და უპირატესობაზე მსჯელობა.
- როგორია ნავთობის შემადგენლობაში მყოფი ნახშირწყალბადების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები? ნავთობის გადამუშავების პროცესების აღწერა;
- იმსჯელეთ ნავთობისა და ბუნებრივი აირის მოპოვება-გადამუშავების დადებითი და უარყოფითი მხარეებზე, მათ რაციონალურად გამოყენებაზე.

**სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:**

- ნავთობის გამოსდის რომელ პროდუქტებს იცნობთ?
- რა უპირატესობა გააჩნია ბუნებრივ აირს სათბობის სხვა სახეებთან შედარებით? რა გამოყენება აქვს ქიმიურ მრეწველობაში?
- რით განსხვავდება ნავთობის თანმხლები აირები ბუნებრივი აირებისაგან?
- როგორია ნავთობის შემადგენლობაში მყოფი ნახშირწყალბადების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები?
- აღწერეთ ნავთობის გადამუშავების პროცესები.
- როგორ მიმდინარეობს ნავთობის ფრაქციული გამოსდის პროცესი? რა ნივთიერებები მიიღება თითოეულ ფრაქციაზე და რა გამოყენება აქვს თითოეულ მათგანს?
- დაასახელეთ ნავთობპროდუქტები, მიუთითეთ მათი შედგენილობა და გამოყენება
- პრაქტიკულად როგორ განასხვავებთ კრეკინგ-ბენზინს პირდაპირი გამოსდით მიღებული ბენზინისაგან?
- რით განსხვავდება თერმული კრეკინგი კატალიზური კრეკინგით მიღებული ბენზინისაგან? დაახასიათეთ თერმული და კატალიზური კრეკინგით მიღებული ბენზინები.
- რა არის ნახშირწყალბადების არომატიზაცია? შეადგინეთ შესაბამის რეაქციათა ტოლობები.
- ბენზინის რომელი ფიზიკური და ქიმიური მახასიათებლები განაპირობებს მის გამოყენებას?
- რა არის ოქტანური რიცხვი და რატომ არის ბენზინის მნიშვნელოვანი მახასიათებელი დეტონაციური მედეგობა?
- რა ნაკლი და უპირატესობა აქვს თითოეულ საწვავს?
- რომელ საწვავს მიანიჭებდით უპირატესობას და რატომ?

**ნაბიჯი 3.**

**შეფასების კრიტერიუმი 3.** რატომ განსაზღვრავს ნახშირწყალბადების ნედლეულის მარაგი ქვეყნის პოტენციალს, ხოლო მათი გადამუშავება საზოგადოების განვითარების დონეს?

**შეფასების კრიტერიუმი 4.** ნახშირწყალბადების მნიშვნელობა ყოფა-ცხოვრებასა და სახელმწიფოს ეკონომიკისათვის.

**რესურსი/აქტივობა**

**რესურსი:** ინტერნეტ სივრცე

**სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:**

- რატომ მიაკუთვნებენ ნავთობს მიღევად წიაღისეულს?
- საუკუნეების განმავლობაში რატომ ცდილობდნენ ადამიანები აღმოეჩინათ ნავთობისა და ბუნებრივი აირის საბადოები?
- ნავთობისა და ბუნებრივი აირის გასადების ბაზრის კონტროლი რატომ იწვევს კონფლიქტებს ქვეყნებს შორის?
- რატომ განსაზღვრავს ნახშირწყალბადების ნედლეულის მარაგი ქვეყნის პოტენციალს? ხოლო რატომ ვმსჯელობთ მათი გადამუშავების დონის მიხედვით საზოგადოების განვითარებაზე?
- რატომ ვართ ყოველდღიურად დამოკიდებული ამ ერთი შეხედვით არამიმზიდველ მუქ, ბლანტ სითხეზე?
- რატომაა ბუნებრივი აირი და ნავთობი ამდენად მნიშვნელოვანი ადამიანისათვის სასარგებლო წიაღისეულს შორის?
- რატომ უწოდებენ მას შავ ოქროს?
- რა ინფორმაციას ფლობთ საქართველოში ნავთობის და ბუნებრივი აირის საბადოების არსებობაზე და ნავთობპროდუქტების წარმოებაზე?

**კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობის საწარმოებლად**

**აღწერე, როგორ მიმდინარეობს/წარიმართა დავალებაზე მუშაობის პროცესი:**

- როგორ გეგმავ/დაგეგმე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? რას ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას?
- დაგეხმარა თუ არა პირველადი გეგმა მუშაობის პროცესში?
- რა დეტალებზე აკეთებდი აქცენტს პოსტერის შექმნისას?
- წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად?
- საჭირო გახდა თუ არა თავდაპირველად შემუშავებულ გეგმებში ცვლილებების შეტანა?
- რატომ არის საჭირო დავალების პირველადი ვერსიის შექმნა?
- რით განსხვავდება შესრულებული დავალების პირველადი ვერსია საბოლოოსაგან?
- რა ფაქტორებმა გამოიწვია/შეუძლია გამოიწვიოს პირველადი დასკვნების გადასინჯვა?
- რა პროდუქტი შექმენით კომპლექსური დავალების სახით?

**ახსენი, რატომ შექმენი პოსტერი? რა საკითხის შესახებ გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?**

- რატომ განახორციელეთ კომპლექსური დავალება?
- რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდით კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო?
- რა იცოდი შესასწავლი საკითხის შესახებ? რა გაიგე ახალი? დამატებით რის გაგებას ისურვებდი?
- რა დასკვნებამდე მიხვედი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რით დასტურდება შენ მიერ გაკეთებული დასკვნების მართებულობა/თანმიმდევრულობა?
- რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასააზრებლად?/კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად?

**რა დაბრკოლებებს წააწყდი დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რა დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?**

- ვის წინაშე იყავით ანგარიშვალდებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების)?
- რა საერთო მიზანი გქონდათ შენ და შენს მასწავლებელს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- გქონდათ თუ არა საერთო მიზნები თანაკლასელებთან ერთად? იყო თუ არა საინტერესო და სასიამოვნო თქვენთვის კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი?
- რა გამოგივიდათ კარგად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? ვისთან ითანამშრომლეთ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? (რა დახმარება გაუწიეთ თანაკლასელებს/მასწავლებელს: რა მხარდაჭერა მიიღეთ მისგან)
- წააწყდით თუ არა კონფლიქტურ სიტუაციებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ შეძელით კონფლიქტის დარეგულირება?
- წააწყდით თუ არა გაურკვევლობებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ გაერკვიეთ ბუნდოვანებით მოცულ საკითხებში?
- შეხვდით თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძელით თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების

ადამიანებთან? რა დაგეხმარათ, რომ უკეთ გაიგო თანაკლასელების, მასწავლებლის სათქმელი?

- განალიზეთ რა წესებს/კანონებს იცავდით და რატომ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? ( მაგალითად, რამდენად მოახერხეთ აზრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში ორიენტირებული ყოფილიყავით პრობლემაზე და არა კომუნიკაციაში ჩართულ ადამიანებზე? რით და როგორ გამოხატავდი ადამიანების მიმართ პატივისცემას კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?)
- რით დაგეხმარათ მასწავლებელთან, სხვა მოსწავლეებთან დიალოგი კომპლექსური დავალების შესრულებაში?
- რით შეიძლება დახმარება გაუწიოს თქვენმა შეკითხვებმა თანაკლასელებს სათქმელის უკეთ ჩამოყალიბებაში?
- რა ფაქტორები გაითვალისწინე /უნდა გაითვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დავალების პრეზენტაცია მსმენელისათვის გასაგები და მისაღები ყოფილიყო (მაგ.: ფუნქციური სამეტყველო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; ჟესტიკულაციის, მიმიკის, არავერბალური სიგნალების გამოყენება).
- გამოიყენეთ თუ არა ტექნოლოგიები კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რაში დაგეხმარათ ტექნოლოგიების გამოყენება?
- რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწყებდე დავალებაზე მუშაობას?
- შენი აზრით რით ჰგავს და რით განსხვავდება შენი დავალება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისაგან? როგორ წარმოაჩენ ამ განსხვავებებს შეკითხვების სახით?
- შეაფასეთ, რამდენად გამოგივიდათ ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდათ დავალებული?

**ორგანული ნაერთები ყოველდღიურ ცხოვრებაში**

<p><b>თემა:</b> ფუნქციური ჯგუფების შემცველი ორგანული ნაერთები</p> <p><b>სამიზნე ცნება –</b> ნივთიერება (შედეგი 1,2,3,4)</p> <p><b>ქვეცნება:</b> ჟანგბადშემცველი ორგანული ნივთიერებები, ნახშირწყლები, აზოტშემცველი ორგანული ნაერთები.</p> <p><b>სამიზნე ცნება –</b> ქიმიური ბმა (შედეგი 1,2,3,4)</p> <p><b>ქვეცნება:</b> კოვალენტური ბმა, <math>\sigma</math> და <math>\pi</math> ბმები, წყალბადური ბმა.</p> <p><b>სამიზნე ცნება –</b> ფიზიკური და ქიმიური მოვლენა (შედეგი 1,2,3,4)</p> <p><b>ქვეცნება:</b> თვისებითი რეაქციები.</p>
<p><b>საკითხი:</b> ფუნქციური ჯგუფების შემცველი ნივთიერებების თვისებითი რეაქციები</p> <p><b>საკვანძო შეკითხვა:</b> რა განსხვავება და მსგავსებაა ნახშირწყალბადებსა და ფუნქციური ჯგუფის მქონე ორგანულ ნაერთებს შორის?</p> <p>აღბათ ხშირად მოგისმენიათ ვინმეს მიმართ ნათქვამი ფრაზები: როგორ შეიცვალა ეს მოსწავლე, მისი ხასიათი, უნარ-ჩვევები(კარგისკენ, ან ცუდისკენ) და ყველაფერ ამას მის გარემომცველ ადამიანებს(კლასელებს, მეგობრებს) მიაწერენ. ანდაზასაც მოაყოლებენ: „ხარი ხართან რომ დააბა, ან ზნეს იცვლის, ან ფერსაო“.</p> <p>იგივე ფრაზა ნივთიერებების მიმართაც შეგვიძლია გამოვიყენოთ. ფუნქციური ჯგუფები, რადიკალები გავლენას ახდენს ერთმანეთზე და თვისებებსაც კი უცვლის.</p> <p>შეისწავლეთ ფუნქციური ჯგუფის შემცველი ორგანული ნაერთები. მოამზადეთ პრეზენტაცია.</p>

სამიზნე ცნება/ცნებებთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:	შეფასების კრიტერიუმი მოსწავლეს შეუძლია:	ნაშრომში/ნაშრომში პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:
<p><b>ნივთიერება</b> (შედეგები: 1, 2, 3, 4)</p> <p>1. ნივთიერებები (არა ყველა!) შედგება მოლეკულებისაგან, მოლეკულები – ატომებისაგან. ატომი შედგება სუბატომური ნაწილაკებისაგან: პროტონებისაგან, ნეიტრონებისა და ელექტრონებისაგან;</p> <p>2. პერიოდულობის ცხრილში ქიმიური ელემენტები განლაგებულია გარკვეული კანონზომიერებით. ქიმიური ელემენტების თვისებები, მათი ნაერთების ფორმები და თვისებები პერიოდულ დამოკიდებულებაშია ატომბირთვის მუხტის სიდიდესთან;</p>	<p><b>ნივთიერება:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ნივთიერებათა კლასიფიცირება შედგენილობისა და თვისებების მიხედვით(ნივთ. მკ.წ.1,3)</li> <li>ნივთიერებათა რაოდენობრივ მახასიათებლებზე მსჯელობა(ნივთ.მკ.წ.4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების თვისებები და აღმოჩენა ექსპერიმენტულად თვისებითი რეაქციებით.</li> <li>ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების მნიშვნელობის შეფასება ადამიანის ყოფა-ცხოვრებაში.</li> <li>ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროს/ პროფესიის დაკავშირება ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების ცოდნის გამოყენებასთან.</li> </ul>

<p>3. ყოველ ნივთიერებას აქვს თვისებათა უნიკალური ნაკრები და ნივთიერებები კლასიფიცირდება სხვადასხვა ნიშნით: მყარი, თხევადი, აირადი, სუფთა ნივთიერებები და ნარევიები. მარტივი და რთული ნივთიერებები, არაორგანული და ორგანული ნაერთები;</p> <p>4. ნივთიერებებს აქვთ რაოდენობრივი მახასიათებლები: ფარდობითი ატომური და მოლეკულური მასა, მოლური მოცულობა, პროცენტული შედგენილობა.</p> <p><b>ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები (შედეგები: 1,2,3,4)</b></p> <p>1. ბუნებაში მიმდინარე ცვლილებები მიეკუთვნება ფიზიკურ/ქიმიურ მოვლენებს;</p> <p>2. ფიზიკური მოვლენის დროს ნივთიერება არ იცვლება, ქიმიური მოვლენის დროს ნივთიერება იცვლება. ქიმიურ მოვლენებს სხვაგვარად ქიმიური რეაქციები ეწოდება.</p>	<p><b>ქიმიური ბმა:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ატომებს, ატომთა ჯგუფებს ან მოლეკულებს შორის კავშირის ახსნა შესაბამისი ქიმიური ბმების(იონური, კოვალენტური, მეტალური) და მოლეკულათშორის მიზიდვის / განზიდვის ძალების საფუძველზე (ქიმ.ბმა.მკ.წ.1)</li> <li>• ნივთიერებათა თვისებების დაკავშირება მათში არსებული ქიმიური ბმის ტიპთან და გამოყენების სფეროებთან(ქიმ. ბმა. მკ.წ.2.)</li> </ul> <p><b>ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ნივთიერებათა გარდაქმნების თანმხლები ნიშნების მიხედვით ბუნებაში მიმდინარე ცვლილებების მიკუთვნება ფიზიკური/ქიმიურ მოვლენებთან(ფიზ.ქიმ. მოვლ. მკ.წ.1)</li> <li>• ნივთიერებათა შორის მიმდინარე გარდაქმნების მიზეზ-შედეგობრივ კავშირებზე მსჯელობა(ფიზ.ქიმ. მოვლ. მკ.წ.1)</li> <li>• ფიზიკური და ქიმიური მოვლენების შესახებ ცოდნის გამოყენება კონკრეტული პრობლემის გადასაჭრელად(ფიზ.ქიმ.მოვლ. მკ.წ.1)</li> </ul>	
---	---	--

### კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები

#### ეტაპი I. კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა

კომპლექსური დავალების პირობის გააზრებაზე ორიენტირებული შეკითხვები: რესურსი: როგორ შევქმნათ პოსტერი

<http://mastsavlebeli.ge/?p=7931>

<https://www.living-democracy.ge/textbooks/volume-2/students-manual-10/tool-2/toolbox-6/>

<https://www.canva.com/>

<https://www.youtube.com/watch?v=R-CHOWORQYU>

- რა მახასიათებლები აქვს პოსტერს?
- რა განასხვავებს პოსტერს წარდგენის სხვა ხერხებისაგან?
- რა ეტაპები უნდა გაიაროთ პოსტერის შესაქმნელად?

#### კომპლექსური დავალება

- თქვენი სიტყვებით ჩამოაყალიბეთ, რას შეეხება დღეს მოცემული დავალება, რომელზეც რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში უნდა იმუშაოთ.
- მსგავსი ფორმის ან შინაარსის დავალება სხვა დროს თუ შეგისრულებიათ?

## ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებათუ მუშობა

### ნაბიჯი 1

მეფასების კრიტერიუმი 1. ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების თვისებები და აღმოჩენა ექსპერიმენტულად თვისებითი რეაქციებით.

რესურსი 1. სახელმძღვანელო, პარაგრაფები, გვერდები.

რესურსი 2. ტესტები და ამოცანები

რესურსი 3. ლაბორატორიაში ქვევის წესები.

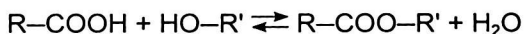
რესურსი 4. ალაბორატორიული სამუშაოების აღწერა.

აქტივობა 1. წინარე ცოდნის გააქტიურება.

აქტივობა 2. საინფორმციო ტექსტის გაცნობა.

აქტივობა 3. ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების შესახებ ტესტების და ამოცანების შესრულება.

1. ესტერიფიკაციის რეაქციაში:

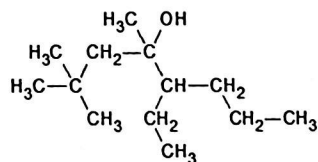


წონასწორობის მარჯვნივ გადასანაცვლებლად საჭიროა, რეაქცია ჩავატაროთ:

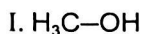
- კონცენტრირებული გოგირდმჟავას თანაობისას;
- დაბალ წნევაზე
- მაღალ წნევაზე;
- ტუტის თანაობისას.

2. მოცემული ორგანული ნაერთის სახელწოდება საერთაშორისო ნომენკლატურით არის:

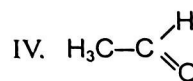
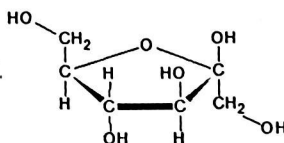
- 5-ეთილ-2,2,4-ტრიმეთილოქტან-4-ოლი;
- 4-ეთილ-5,7,7-ტრიმეთილოქტან-5-ოლი;
- 2,2,4-ტრიმეთილ-5-პროპილჰექსან-4-ოლი;
- 4,6,6-ტრიმეთილ-3-პროპილჰექსან-4-ოლი.



4. ჩამოთვლილთაგან ესტერიფიკაციის რეაქციაში შეიძლება შევიდეს:



III.



- როგორც I, ისე II და III;
- როგორც I, ისე II და IV;

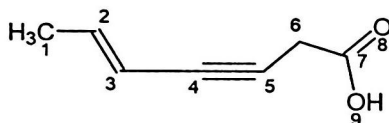
- როგორც II, ისე III და IV;
- ოთხივე მათგანი.

4. ჩამოთვლილთაგან ერთმანეთის იზომერებს წარმოადგენენ:



- ა) I და II;    ბ) I და III;    გ) II და III;    დ) II, III და IV.

5. ჰიბრიდიზაციის რომელ ტიპს გაცდის მე-2, მე-5, მე-6 და მე-7 ნახშირბადატომები?

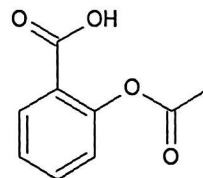


- ა)  $sp^2, sp^3, sp^3, sp^2$ ;                      გ)  $sp^2, sp, sp^3, sp^3$ ;  
 ბ)  $sp^3, sp, sp^3, sp^2$ ;                      დ)  $sp^2, sp, sp^3, sp^2$ .

6. მოცემული სტრუქტურის მქონე ნაერთს შეიძლება გააჩნდეს ორგანულ ნაერთთა შემდეგი კლასის თვისებები:

- I. კარბონმჟავების;                      III. ესტერების  
 II. კეტონების;                            IV. მარტივი ეთერების.

- ა) როგორც I-ის, ისე III-ს;                      გ) როგორც II-ის, ისე III-ს;  
 ბ) როგორც II-ის, ისე IV-ს;                      დ) ოთხივე მათგანის.

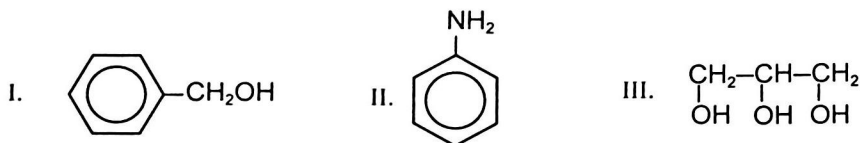


7. რომელი პასუხი შეესაბამება ქვემოთ მოცემული ნივთიერებების დალაგებას მჟავა ბუნების ზრდის მიხედვით?

- I. HCl    II.  $C_2H_5OH$     III. HI    IV.  $H_2O$

- ა)  $IV < II < III < I$ ;                              გ)  $IV < II < I < III$ ;  
 ბ)  $III < II < IV < I$ ;                              დ)  $II < IV < I < III$ .

8. მოცემული ნაერთებიდან რომელი ურთიერთქმედებს აზოტმჟავასთან?



- ა) მხოლოდ II;    ბ) როგორც I, ისე II;    გ) როგორც II, ისე III;    დ) სამივე.





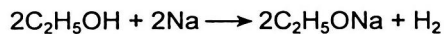
## ცდის მიზანი:

ნაჯერი ერთატომიანი სპირტების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების შესწავლა. ჰიდროქსილის ჯგუფის და ბენზოლის ბირთვის ურთიერთგავლენის შეფასება.

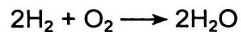
**საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:** სინჯარების ანაწყოები, სინჯარა გაზგამყვანი მილით, ქიმიური ჭიქები (100 მლ), პიპეტი, წყლის აბაზანა, სპირტქურა, ფაიფურის ჭიქა. ეთილის სპირტი, გლიცერინი, სპილენძ(II)-ის სულფატი, სპილენძ(II)-ის ოქსიდი, განზავებული და კონცენტრირებული გოგირდმჟავა, კონცენტრირებული ძმარმჟავა, ამიაკის კონც. ხსნარი, ვერცხლის ნიტრატის 0,2 მოლი/ლ ხსნარი, კალიუმის პერმანგანატის 1%-იანი ხსნარი, კალიუმის დიქრომატის 0,5 მოლი/ლ ხსნარი, ნატრიუმის ტუტის 2 მოლი/ლ ხსნარი, ფენოლფტალეინის 1%-იანი სპირტხსნარი, სპილენძის ფირფიტა, ლაკმუსის ლურჯი ქაღალდი.

**ცდა 1.** სპირტების ურთიერთქმედება აქტიურ მეტალებთან და ნატრიუმის ეთილატის თვისებები:

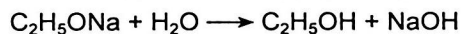
სინჯარაში ჩაასხით 1 მლ აბსოლუტური სპირტი, ფრთხილად ჩაუშვით მასში მცირე ზომის მეტალური ნატრიუმი, რომელიც წინასწარ გაასუფთავეთ დაჟანგული ფენისგან და გააშრეთ ფილტრის ქაღალდით. სინჯარას დაუცეთ საცობი გაზგამყვანი მილით. რეაქცია წარიმართება წყალბადის გამოყოფით.



რეაქციის დაწყებიდან 1 წუთის შემდეგ გამოყოფილი აირი აანთეთ:



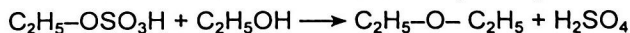
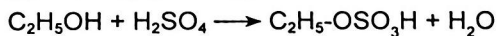
მას შემდეგ რაც ნატრიუმი მთლიანად შევა რეაქციაში, სინჯარა გააცივეთ და შიგთავსს დაუმატეთ 3-4 წვეთი წყალი და ერთი წვეთი ფენოლფტალეინის ხსნარი. წყლის დამატებისას მიმდინარეობს ნატრიუმის ეთილატის ჰიდროლიზი.



**გაანალიზეთ:** რატომ გამოიყენება ცდის დროს მხოლოდ აბსოლუტური სპირტი? რა გვიჩვენა ინდიკატორმა?

**ცდა 2.** დიეთილის ეთერის მიღება

მშრალ სინჯარაში მოთავსეთ 0,5 მლ ეთანოლი და კონცენტრირებული გოგირდმჟავა. ნარევი ფრთხილად გაცხელეთ ადუღებამდე (მურა ხსნარის მიღებამდე) და ცხელ ნარევს კიდევ დაამატეთ 0,5 მლ ეთანოლი



რეაქციის მსვლელობისას ჯერ ხდება ეთილენგოგირდმჟავას მიღება, ხოლო შემდეგ მიიღება დიეთილის ეთერი (მარტივი ეთერი).

შეიგრძენით მიღებული ეთერის სუნი.

**გაანალიზეთ:** რატომ ატარებენ რეაქციას გათბობით და არა გაცხელებით? როგორ მოქმედებს რეაქციის პროდუქტების შედგენილობაზე ეთანოლისა და გოგირდმჟავას თანაფარდობა?

### ცდა 3. რთული ეთერის მიღება

სინჯარაში ჩაასხით 0,5 მლ იზოამილის სპირტი, დაამატეთ კონცენტრირებული ძმარმჟავა იმავე მოცულობით. შემდეგ ჩააწვეთეთ 2-3 წვეთი კონცენტრირებული გოგირდმჟავა. ნარევი ფრთხილად შეათბეთ.

დაწერეთ რეაქციის ტოლობა, მიუთითეთ რეაქციის ტიპი. შეამოწმეთ რთული ეთერის სუნი და მისი წყალში ხსნადობა; ამისათვის სინჯარის შიგთავსი ჩაასხით ცივწყლიან ჭიქაში.

**გაანალიზეთ:** გოგირდმჟავას როლი მოცემულ ექსპერიმენტში.

### ცდა 4. ეთანოლის დაჟანგვა სპილენძ (II)-ის ოქსიდით

სპირტქურის მნათ ალში შეიტანეთ სპილენძის ფირფიტა და ძლიერ გაახურეთ. შემდეგ ჩაუშვით სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია 1მლ ეთანოლი. პროცესი რამდენჯერმე გაიმეორეთ.

დაწერეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა და გამოიტანეთ დასკვნები.

**გაანალიზეთ:** რა ემართება სპილენძის ფირფიტას გახურებისას და შემდგომ სპირტთან ურთიერთქმედებისას?

### ცდა 5. ეთანოლის დაჟანგვა კალიუმის დიქრომატით

ჩაასხით სინჯარაში 0,5მლ კალიუმის დიქრომატი, შეამჯავეთ 2-3 წვეთი განზავებული გოგირდმჟავათი, შემდეგ წვეთ-წვეთობით დაამატეთ იმავე მოცულობის ეთანოლი. სინჯარა პერიოდულად ანჯდრით. შეამჩნევთ ნარევის ფერის ცვლილებას ნარინჯისფრიდან მწვანე შეფერილობამდე.



**გაანალიზეთ:** რა როლს ასრულებს ამ რეაქციაში განზავებული გოგირდმჟავა? რამ გამოიწვია სარეაქციო არის ფერის ცვლილება? რომელია ამ რეაქციაში მჟანგავი? აღმდგენი?

### ცდა 6. ეთანოლის დაჟანგვა კალიუმის პერმანგანატით

მშრალი სინჯარა ვერტიკალურად დაამაგრეთ შტატივის მომჭერში. პიპეტის საშუალებით, ისე რომ წვეთები არ შეეხოს სინჯარის კედლებს, ჩაუშვით 1მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა. სინჯარის კედლის ჩააყოლებაზე ჩაასხით 1 მლ ეთანოლი, ისე რომ წარმოიქმნას 2 ფენა(პირველი კონცენტრირებული გოგირდმჟავის და მეორე ეთანოლის). შემდეგ სინჯარაში ჩააგდეთ კალიუმის პერმანგანატის რამდენიმე კრისტალი, რომლებიც განლაგდება ფაზათა გამყოფ ზედაპირზე. 1-2წთ-ის შემდეგ დაიწყება რეაქცია, რომელსაც თან სდევს ფერადი „აფეთქებები“ (შხეფების სახით).



**გაანალიზეთ:** გოგირდმჟავას როლი მოცემულ რეაქციაში, მიუთითეთ მჟანგავი და აღმდგენი. რასთანაა დაკავშირებული მჟანგავის ფერის ცვლილება?

### ცდა 7. გლიცერინის ჰიდროლიზი (გასაპვნა)

საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები: სინჯარა, მცენარეული ზეთი, კალიუმის ჰიდროქსიდის 40%-იანი სპირტხსნარი, წყლის აბაზანა, მინის მილიანი საცობი.

**ცდის მსვლელობა:** სინჯარაში ჩაასხით დაახლოებით 2მლ მცენარეული ზეთი და დაამატეთ 1მლ კალიუმის ჰიდროქსიდის 40%-იანი სპირტხსნარი. მოარგეთ მინის მილიანი საცობი (მაცივარი) და მოათავსეთ მდუღარე წყლის აბაზანაზე, სანამ არ წარმოიქმნება ერთგვაროვანი ნარევი, რომელიც შედგება გლიცერინისა და მაღალმოლეკულური კარბონმჟავებისაგან. სინჯარაში ჩაასხით 3-4მლ წყალი, შეანჯღრით სინჯარის შემადგენლობა და მიაქციეთ ყურადღება მიღებული ნივთიერების ხსნალობას.

**ცდა 8.** მრავალატომიანი სპირტების მოქმედება სპილენძ (II)-ის ჰიდროქსიდთან აიღეთ ორი სინჯარა. ორივეში მოათავსეთ სპილენძ(II)-ის ხსნარი და წვეთ-წვეთობით დაამატეთ ნატრიუმის ტუტის ხსნარი, ცისფერი ნალექის წარმოქმნამდე. პირველი სინჯარის შიგთავსს დაამატეთ 0,5მლ ეთანოლი, ხოლო მეორეს – იმავე მოცულობის გლიცერინი. ორივე სინჯარა კარგად შეანჯღრით. მეორე სინჯარაში ნალექი გაიხსნება და წარმოიქმნება ლურჯი შეფერილობის ხსნარი, რაც გამოწვეულია კომპლექსური ნაერთის წარმოქმნით.

**გაანალიზეთ:** გლიცერინის რომელი თვისებები ვლინდება ამ ცდაში?

**ცდის მიზანი:**

**კარბონმჟავების და მათი ფუნქციური წარმომადგენლების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების შესწავლა.**

**საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:** სინჯარების ანაწყობი, სინჯარა გაზგამყვანი მილით, მინის ჭიქები (100მლ), მინის წკირი, სინჯარის საჭერელი, სპირტქურა, წყლის აბაზანა, ძმარმჟავა, მარილმჟავას და გოგირდმჟავას კონცენტრირებული და 2 მოლი/ლ ხსნარები, სპილენძ(II)-ის სულფატის, კალციუმის ქლორიდის, ტყვიის აცეტატის, რკინა (III)-ის ქლორიდის, კალიუმის პერმანგანატის და ნატრიუმის კარბონატის 1%-იანი ხსნარები. ნატრიუმის ქლორიდის ნაჯერი ხსნარი, 15%-იანი სპირტის წყალხსნარის ნატრიუმის ტუტის 2მოლი/ლ ხსნარი, კალციუმის ჰიდროქსიდის ნაჯერი ხსნარი, ეთილის სპირტი, მყარი ცხიმი, ინდიკატორი ლაკმუსი, ფენოლფტალეინი, ბრომიანი წყალი, მაგნიუმის ბურბუშელა.

**ცდა 1.** კარბონმჟავების და მინერალური მჟავების სიძლიერის შემოწმება

აიღეთ სამი სინჯარა, პირველში ჩაასხით 5 მლ 20%-იანი მარილის, მეორეში 20%-იანი გოგირდის, მესამეში – იმავე მოცულობის 20%-იანი ძმარმჟავას ხსნარი. თითოეულ მათგანში ჩააგდეთ დაახლოებით ერთნაირი სიდიდის თუთიის თითო ნაჭერი. და დაუკვირდით, რომელ სინჯარაში უფრო ენერგიულად გამოიყოფა წყალბადი. ახსენით, რატომ გამოიყოფა ყველაზე უფრო ენერგიულად წყალბადი მარილმჟავიან და ყველაზე უფრო სუსტად ძმარმჟავიან სინჯარიდან.

**ცდა 2.** ძმარმჟავას ზოგიერთი თვისების შესწავლა

აიღეთ ქიმიური ჭიქა, ჩაასხით შიგ ძმარმჟავა. დაამატეთ 5მლ გამოსხილი წყალი. მიღებული ხსნარი გაანაწილეთ 4 სინჯარაში.

პირველ სინჯარაში დაამატეთ მცირე რაოდენობის ნატრიუმის კარბონატი. სინჯარის პირთან მიიტანეთ ანთებული კვარი.

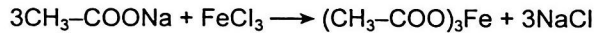
მეორე სინჯარაში დაამატეთ დაახლოებით 0,1 გრამი მაგნიუმის ბურბუშელა.

გამოყოფილი აირი ფრთხილად აანთეთ ანთებული კვარით. (ცდის ჩატარებისას

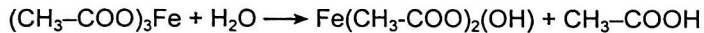
აუცილებელია დამცავი სათვალის გაკეთება, ან ცდის ჩატარება ამწოვ კარადაში, სადაც დამცავი მინა ბოლომდე უნდა იყოს ჩამოწეული).

მესამე სინჯარაში ჩაუშვით 0,1გ სპილენძ(II)-ის ოქსიდი. ფრთხილად გაათბეთ სპირტქურის ალზე. შენიშნავთ ფერის ცვლილებას.

მეოთხე სინჯარაში ჩააწვეთეთ ერთი წვეთი ლაკმუსი და მჟავა გაანეიტრალეთ ნატრიუმის ტუტის ხსნარით. შემდეგ დაამატეთ 2-3 წვეთი რკინა (III)-ის ქლორიდი. ხსნარი მოყვითალო-წითლად შეიფერება



შემდეგ ხსნარი გააცხელეთ ადუღებამდე. მოხდება მარილის ჰიდროლიზი, რომელიც გამოწვეულია სუსტი ფუძის კატიონით( $\text{Fe}^{3+}$ ) და სუსტი მჟავას ანიონით ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ). ნალექის სახით გამოიყოფა რკინა(III)-ის აცეტატის ფუძე მარილი.

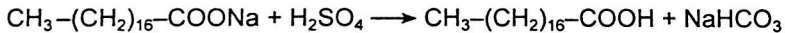


ორ სინჯარაში ჩაასხით 5-5 მლ 0,1 მოლი/ლ ძმარმჟავა, ჩააგდეთ მათში დაახლოებით ერთნაირი ზომის თითო ნაჭერი თუთია და დაუკვირდით წყალბადის გამოყოფის სიჩქარეს. როდესაც თანაბარი სისწრაფით დაიწყება წყალბადის გამოყოფა, მაშინ ერთ-ერთ სინჯარაში ჩაუმატეთ მყარი ნატრიუმის აცეტატი. შეამჩნევთ, რომ წყალბადის გამოყოფა ამ სინჯარაში საგრძნობლად შემცირდება. ასხენით მომხდარი მოვლენის მიზეზი.

**გაანალიზეთ:** შეადარეთ ერთმანეთს ნახშირმჟავა და ძმარმჟავა და გამოიტანეთ დასკვნა, რომელი უფრო ძლიერი მჟავაა. შევა თუ არა ძმარმჟავა რეაქციაში ნატრიუმის სულფატთან და ნატრიუმის ქლორიდთან? ასხენით, რატომ.

**ცდა 3.** საპნიდან ცხიმოვანი მჟავების გამოყოფა და მათი თვისებების შესწავლა

აიღეთ 4 სინჯარა, მოათავსეთ მათში საპნის ნაჯერი ხსნარი. პირველ სინჯარაში დაამატეთ გოგირდმჟავას 10%-იანი ხსნარი. მიღებული ნარევი გააცხელეთ სპირტქურის ალზე თითქმის ადუღებამდე. გამლღვალე ცხიმოვანი მჟავები მოექცევა ხსნარის ზედაპირზე ფენის სახით, რომელიც გაცივებისას მყარდება.



სინჯარაში დაამატეთ ბრომიანი წყალი და კარგად შენჯღრიეთ.

მეორე და მესამე სინჯარაში დაამატეთ 2-3 წვეთი კალციუმის ქლორიდის და ტყვიის აცეტატის ხსნარი. გამოიყოფა კალციუმის და ტყვიის მაღალი რიგის მჟავების მარილები თეთრი ნალექის სახით (ტყვიის და კალციუმის საპონი). მიღებულ ნალექებს დამატეთ მცირე რაოდენობის განზავებული მარილმჟავას ხსნარი. შენიშნავთ ნალექების გახსნას.

მეოთხე სინჯარაში დაამატეთ სპილენძ(II)-ის სულფატის 1მლ ხსნარი. მიიღებთ მოციფრო-მომწვანო ხსნარს (სპილენძიანი საპონი). სინჯარა გააცხელეთ ადუღებამდე. ნალექი გაიხსნება და ამოტივტივდება ზედაპირზე ზურმუხტისფერი რგოლის სახით. თუ რგოლი არ წარმოიქმნა, ისევ დაამატეთ რამდენიმე წვეთი სპილენძ(II)-ის ხსნარი და შემდეგ ისევ გააცხელეთ.

**გაანალიზეთ:** რომელი მჟავები შედის ცხიმების შემადგენლობაში? დაწერეთ რეაქციები ამ მჟავების მოქმედებით. დაასახელეთ წარმოქმნილი მარილები. ჩაინიშნეთ ცხიმოვანი მჟავების მარილების ხსნადობა და შეფერილობა.

**ცდა 4.** ცხიმების ჰიდროლიზი ტუტის სპირტსხნარში.

სინჯარაში მოათავსეთ მცირეოდენი მყარი ცხიმი და 3მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის სპირტსხნარი. ნარევის მოურიეთ მინის წკირით, მოათავსეთ მდუღარე წყლის აბაზანაზე და გააცხელეთ 4-5 წუთის განმავლობაში ერთგვაროვანი მასის წარმოქმნამდე. რეაქცია დამთავრებულად შეიძლება ჩაითვალოს, თუ მინის წკირით აღებული სარეაქციო მასის ერთი წვეთი სრულად იხსნება 4-5 მლ წყალში შენჯღრევისას (ზედაპირზე არ ჩნდება ცხიმის წვეთები) უხვი ქაფის წარმოქმნით. ამის შემდეგ მიღებულ ხსნარს დაამატეთ 3-4 მლ ნატრიუმის ქლორიდის კონცენტრირებული ხსნარი. გამოიყოფა კარბონმჟავები. ხსნარი გააცივეთ და შემდეგ მოაცილეთ გამყარებული საპნის ნაჭერი.

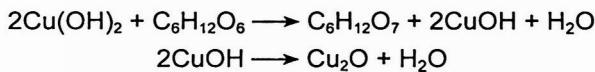
შეადგინეთ საპნის ჰიდროლიზის რეაქცია და უპასუხეთ კითხვებს: როგორ დაადგენთ, რომ წარმოიქმნა ცხიმი? რატომ გამოვიყენეთ რეაქციაში ტუტის სპირტსხნარი? საპნის რომელი ტიპი მიიღება?

**ცდის მიზანი:** ნახშირწყლების ქიმიური თვისებების შესწავლა.

**ცდა 1.** სპილენძ(II)-ის ოქსიდის მიღება

**საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:** სინჯარა, სინჯარის საჭერელა, სპირტქურა, სპილენძის სულფატის ხსნარი, ნატრიუმის ტუტე, გლუკოზა.

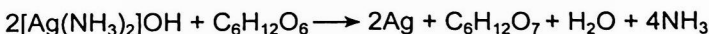
**ცდის მსვლელობა:** სინჯარაში ჩასხმულ სპილენძის სულფატის 2-3მლ ხსნარს მიუმატეთ ნატრიუმის ტუტე და გლუკოზის ხსნარი. სინჯარა კარგად შეანჯღრიეთ და შემდეგ გააცხელეთ. გაცხელებისას გლუკოზა იჟანგება გლუკონმჟავად, ხოლო  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  აღდგება  $\text{CuOH}$ -ად. ეს უკანასკნელი ხსნარის დუღებისას კარგავს წყალს და რჩება სპილენძის ოქსიდი წითელი ფერის ნალექის სახით. აქ რეაქციები მიმდინარეობს ასეთი ტოლობებით:



**ცდა. 2.** მინის მოვერცხლა

**საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:** სინჯარა, ქიმიური ჭიქა, ნატრიუმის ტუტის ხსნარი, ვერცხლის ნიტრატის 10%-იანი ხსნარი, ამონიუმის ტუტის განზავებული ხსნარი, გლუკოზის 10%-იანი ხსნარი,

**ცდის მსვლელობა:** აიღეთ სინჯარა და კარგად გარეცხეთ ის ჯერ ნატრიუმის ტუტის ხსნარით, შემდეგ – ონკანის და ბოლოს – გამოხდილი წყლით. ასეთნაირად გასუფთავებულ სინჯარაში ჩაასხით 2-3მლ ვერცხლის ნიტრატის 10%-იანი ხსნარი, წვეთწვეთობით უმატეთ მას ამონიუმის ტუტის განზავებული ხსნარი, სანამ რეაქციის დასაწყისში გამოყოფილი ვერცხლის ოქსიდი არ გაიხსნება და სრულიად გამჭვირვალე ხსნარი არ მიიღება (ჭარბი ამონიუმის ტუტის მიმატება არაა სასურველი). ამის შემდეგ ხსნარს მიუმატეთ 2-3მლ 10%-იანი გლუკოზის ხსნარი, სინჯარა კარგად შეანჯღრიეთ და შემდეგ ჩაუშვით ცხელწყლიან ჭიქაში. რამდენიმე ხნის დაყოვნების შემდეგ სინჯარის შიგა ზედაპირი დაიფარება მეტალური ვერცხლის ბრჭყვიალა ფენით, რომელიც სარკის შთაბეჭდილებას ტოვებს. ამ რეაქციის დროს ვერცხლის აღდგენა ხდება გლუკოზით, რომელიც თავის მხრივ იჟანგება გლუკონმჟავად. რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი განტოლების მიხედვით:



**სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:**

- როგორ ვახდენთ ნახშირწყალბადების ჟანგბადმცველი ნაწარმების კლასიფიკაციას ფუნქციური ჯგუფების მიხედვით?
- როგორია მათი ნომენკლატურა?
- როგორია კავშირი ნაერთის აღნაგობასა და თვისებებს შორის ფუნქციური ჯგუფიდან გამომდინარე?
- არსებობს თუ არა გენეტიკური კავშირი სპირტებს, კარბონმჟავებსა და ესტერებს შორის?
- როგორია შესაბამისი ნაერთების მიღების მეთოდები?
- როგორ ვაწარმოებთ რაოდენობრივ გამოთვლებს?
- ფუნქციური ჯგუფის აღმოჩენის რომელი მეთოდები იცით?
- რით განისაზღვრება სპირტებისთვის დამახასიათებელი თვისებები?
- რომელი ნივთიერებები წარმოიქმნება პირველადი, მეორეული, მესამეული სპირტების ჟანგვისას?
- ერთატომიანი და მრავალატომიანი სპირტების რომელი თვისებითი რეაქციები შეისწავლეთ?
- რომელი სპირტები უფრო რეაქციისუნარიანები არიან, პირველადები თუ მეორეულები?
- შეადარეთ ფენოლების და სპირტების ქიმიური თვისებები და რეაქციისუნარიანობა
- რეაქციის რომელი ტიპები ახასიათებს ფენოლებს?
- ფენოლის რეაქციებიდან რომელი შეიძლება ჩაითვალოს თვისებით რეაქციად?
- რატომ აქვს მჟავა თვისებები კარბონმჟავებს?
- შეადარეთ კარბონმჟავების და მინერალური მჟავების დამოკიდებულება აქტიურ მეტალებისა და მეტალთა ჰიდროქსიდების მიმართ.
- როგორ შეიძლება კარბონმჟავების ფუნქციური წარმომადგენლების აღმოჩენა?
- რას ნიშნავს ტერმინი ჰიდროლიზი? რა შეიძლება კიდევ ვუწოდოთ ამ პროცესს?
- როგორ დაადგენთ, რომ წარმოიქმნა ცხიმი?
- რატომ გამოვიყენეთ რეაქციაში ტუტის სპირტსნარი? საპნის რომელი ტიპი მიიღება?

**ნაბიჯი 2.**

**შეფასების კრიტერიუმი 2.** ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების მნიშვნელობის შეფასება ადამიანის ყოფა-ცხოვრებაში.

**შეფასების კრიტერიუმი 3.** ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროს/პროცესის დაკავშირება ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების ცოდნის გამოყენებასთან.

**წასაკითხი მასალა**

**რესურსი 1.** ცილის სინთეზი.

**რესურსი 2.** ნახშირწყლების გამოყენება.

**რესურსი 3.** საქართველო – ღვინის ქვეყანა.

**რესურსი 4.** სამატომიანი სპირტის, გლიცერინის ნაწარმი, დინამიტი.

**სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები:**

- ფენოლის რომელ თვისებებზეა დამყარებული მისი გამოყენება პესტიციდების, საღებავების, ფორმალდეჰიდური ფისების მისაღებად?
- აცეტონის რომელ თვისებებზეა დამყარებული მისი გამოყენება გამხსნელად, ხელოვნური ბოჭკოების, ფირების წარმოებაში?
- რას წარმოადგენს ფორმალდეჰიდი და რა გამოყენება აქვს მას?
- რატომ უწოდებენ მეთანმჟავას ჭიანჭველმჟავას?
- კიდევ რომელი მჟავების ტრივიალური სახელწოდებები იცით?
- რა განაპირობებს ფორმალდეჰიდის გამოყენებას კვების მრეწველობაში?
- რა შედეგნილობა აქვს „ყინულიან ძმარმჟავას“?
- რის შემადგენლობაში შედის პალმიტინის, სტეარინის და ოლეინის მჟავები?
- რით განსხვავდება პალმიტინის და ოლეინის მჟავები ერთმანეთისაგან?
- როგორია საქარიდების გამოყენების სფერო?
- რა როლი აკისრია ამინომჟავებს ცილის სტრუქტურის ფორმირებისას?

**კომპლექსური დავალების შესრულების და პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები კონკრეტულ მოსწავლესთან ინდივიდუალური მუშაობის საწარმოებლად**

**აღწერე, როგორ მიმდინარეობს/წარიმართა დავალებაზე მუშაობის პროცესი:**

- როგორ გეგმავ/დაგეგმე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი? რას ითვალისწინებდი სამუშაო პროცესის დაგეგმვისას?
- დაგეხმარა თუ არა პირველადი გეგმა მუშაობის პროცესში?
- რა დეტალებზე აკეთებდი აქცენტს პოსტერის შექმნისას?
- წარიმართა თუ არა კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი დაგეგმილის შესაბამისად?
- საჭირო გახდა თუ არა თავდაპირველად შემუშავებულ გეგმებში ცვლილებების შეტანა?
- რატომ არის საჭირო დავალების პირველადი ვერსიის შექმნა?
- რით განსხვავდება შესრულებული დავალების პირველადი ვერსია საბოლოოსაგან?
- რა ფაქტორებმა გამოიწვია/მუშდლია გამოიწვიოს პირველადი დასკვნების გადასინჯვა?
- რა პროდუქტი შექმენით კომპლექსური დავალების სახით?

**ახსენი, რატომ შექმენი პოსტერი? რა საკითხის შესახებ გამოხატე შენი ცოდნა კომპლექსური დავალების საშუალებით?**

- რატომ განახორციელეთ კომპლექსური დავალება?
- რა გრძელვადიან და მოკლევადიან მიზნებს ისახავდით კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- ვისთვის და რატომ არის ეს პროდუქტი სასარგებლო და საინტერესო?
- რა იცოდი შესასწავლი საკითხის შესახებ? რა გაიგე ახალი? დამატებით რის გაგებას ისურვებდი?
- რა დასკვნებამდე მიხვედი კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?

რით დასტურდება შენ მიერ გაკეთებული დასკვნების მართებულობა/  
თანმიმდევრულობა?

- რა ხერხები გამოიყენე სასწავლო მასალის უკეთ გასააზრებლად?/კომპლექსური დავალების უკეთ შესასრულებლად?

**რა დაბრკოლებებს წააწყდი დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რა დაგეხმარათ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?**

- ვის წინაშე იყავით ანგარიშვალდებული სამუშაო პროცესში (მასწავლებლის, თანაკლასელების)?
- რა საერთო მიზანი გქონდათ შენ და შენს მასწავლებელს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- გქონდათ თუ არა საერთო მიზნები თანაკლასელებთან ერთად? იყო თუ არა საინტერესო და სასიამოვნო თქვენთვის კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესი?
- რა გამოგივიდათ კარგად კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? ვისთან ითანამშრომლეთ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? ( რა დახმარება გაუწიეთ თანაკლასელებს/მასწავლებელს: რა მხარდაჭერა მიიღეთ მისგან)
- წააწყდით თუ არა კონფლიქტურ სიტუაციებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ შეძელით კონფლიქტის დარეგულირება?
- წააწყდით თუ არა გაურკვევლობებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? როგორ გაერკვიეთ ბუნდოვანებით მოცულ საკითხებში?
- შეხვდით თუ არა განსხვავებულ მოსაზრებებს კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რამდენად შეძელით თანამშრომლობა განსხვავებული შეხედულებების ადამიანებთან? რა დაგეხმარათ, რომ უკეთ გაიგოთ თანაკლასელების, მასწავლებლის სათქმელი?
- გაანალიზეთ რა წესებს/კანონებს იცავდით და რატომ კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? ( მაგალითად, რამდენად მოახერხეთ აზრთა სხვადასხვაობის ვითარებაში ორიენტირებული ყოფილიყავით პრობლემაზე და არა კომუნიკაციაში ჩართულ ადამიანებზე? რით და როგორ გამოხატავდი ადამიანების მიმართ პატივისცემას კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- რით დაგეხმარათ მასწავლებელთან, სხვა მოსწავლეებთან დიალოგი კომპლექსური დავალების შესრულებაში?
- რით შეიძლება დახმარება გაუწიოს თქვენმა შეკითხვებმა თანაკლასელებს სათქმელის უკეთ ჩამოყალიბებაში?
- რა ფაქტორები გაითვალისწინე /უნდა გაითვალისწინოთ საიმისოდ, რომ თქვენი კომპლექსური დავალების პრეზენტაცია მსმენელისათვის გასაგები და მისაღები ყოფილიყო (მაგ.: ფუნქციური სამეცნიერო ქმედების (თხრობა, აღწერა, მსჯელობა) სწორად შერჩევა, სენსიტიური ნიუანსების წინ წამოწევა; ჟესტიკულაციის, მიმიკის, არავერბალური სიგნალების გამოყენება).
- გამოიყენეთ თუ არა ტექნოლოგიები კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობის პროცესში? რაში დაგეხმარათ ტექნოლოგიების გამოყენება?
- რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწყებდე დავალებაზე მუშაობას?
- შენი აზრით რით ჰგავს და რით განსხვავდება შენი დავალება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისაგან? როგორ წარმოაჩენ ამ განსხვავებებს შეკითხვების სახით?
- შეაფასეთ, რამდენად გამოგივიდათ ის, რაც მასწავლებლისგან გქონდათ დავალებული?

# მოსწავლის ნიგნში მოცემული დავალებების პასუხები

## თემა I. ნახშირწყალბადების ქიმია

თავი I. ორბანულ ნაერთთა ქიმიური აღნაგობის თეორია. ელექტრონული თეორია

### § 1. ორბანული ქიმიის საბანი

#### გაიაზრეთ

1. არაორგანულიდან ორგანული ნივთიერებების სინთეზი (და პირიქით).

#### შეასრულეთ

1. წვის რეაქცია.

### § 2. ორბანულ ნაერთთა ქიმიური აღნაგობის თეორია

#### გაიაზრეთ

1. იზომერიის მოვლენა ცხადყოფს, რომ ნივთიერებების თვისებები დამოკიდებულია ქიმიურ აღნაგობაზე.

2. 

	$C_2H_6$	$C_2H_4$	$C_6H_6$
	3	2	1

ფორმულით გამოთვლილი ვალენტობა

ფორმულის საფუძველზე ვალენტობის გამოთვლის დროს ნახშირბადის ატომებს შორის ბმები არ არის გათვალისწინებული, რაც არასწორია. ნახშირბადი ყველა ნაერთში ოთხვალენტურია.

### § 3. ელექტრონული ორბიტალების ჰიბრიდიზაცია ორბანულ ნაერთებში

#### გაიაზრეთ

1. პოლარული და არაპოლარული;  $\sigma$  და  $\pi$  ბმები
2. (1) –  $sp^3$       (2) –  $sp^2$

#### შეასრულეთ

1. ჰიბრიდიზაციით შეიძლება აიხსნას, რატომ წარმოქმნის ატომი ერთსა და იმავე ელემენტის ატომებთან განსხვავებული ორბიტალებით ტოლფას ბმებს.
2.  $\sigma$  – ბმები წარმოიქმნება  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$  ჰიბრიდული ორბიტალებით,  $\pi$  – ბმები არაჰიბრიდული  $p$  ორბიტალით ( $p$  ორბიტალებით).
3. ხაზოვანი  $sp$ -ს  
ბრტყელი  $sp^2$ -ს  
სივრცითი  $sp^3$ -ს

#### § 4. ნახშირბადის ატომთა თავისებურებანი

##### **33.17**

ა) C – C ბმები უფრო მდგრადია Si – Si ბმებზე.

C-ს ერთნაირად ახასიათებს ელექტრონების გაცემის და შექმნის უნარი, ამიტომ მათი ბმა ერთმანეთთან ძლიერ მტკიცეა. სილიციუმში ძლიერდება ელექტრონების გაცემის უნარი. სილიციუმის ნაერთები Si – Si ბმებით არამდგრადია, იგი უფრო მტკიცე ბმებს უნდა გვახსენებდეს იძლევა. ამდენად, ბუნებაში არსებობს ორგანული ნაერთები გრძელი C – C ჯაჭვებით, ხოლო არააცოცხალ ბუნებაში გავრცელებულია ნაერთები  $\geq \text{Si} - \text{O} -$  ბმებით.

ბ) სილიციუმის ატომის რადიუსი გაზრდილია ნახშირბადთან შედარებით, რაც აძნელებს p – ორბიტალების გვერდით გადაფარვას და  $\pi$  – ბმის წარმოქმნას.

##### **შეასრულეთ**

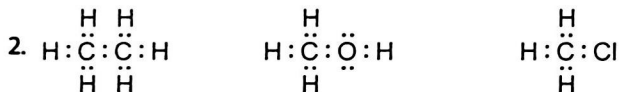
1. ნივთიერების ერთსა და იმავე შედგენილობას შეიძლება შეესაბამებოდეს სხვადასხვა ქიმიური აღნაგობა. ე.ი. სხვადასხვა ნივთიერება.
2. 4 ნივთიერება: 2-მეთილპროპანი; ნ-ბუტანი; ნ-პენტანი; 2-მეთილბუტანი.

#### § 5. ნახშირბადის ატომის ფორმალური მუხტისა და ჰანბმის რისხვის განსაზღვრა ორგანულ ნაერთებში

##### **შეასრულეთ**

1.

ბმა	ბმის ტიპი	ფორმალური მუხტი
C – C	არაპოლარული კოვალენტური	0 – 0
C – H	პოლარული კოვალენტური	უარყოფითი, დადებითი
C – Cl	პოლარული კოვალენტური	დადებითი, უარყოფითი
C – N	პოლარული კოვალენტური	დადებითი, უარყოფითი
C – O	პოლარული კოვალენტური	დადებითი, უარყოფითი
C – Si	პოლარული კოვალენტური	უარყოფითი, დადებითი



ა) ეთანში –  $\text{C}_2\text{H}_6$  არაპოლარული ბმა  $\geq \text{C} - \text{C} \leq$ .

პოლარულ კოვალენტური ბმებია ყველა ნაერთში:  $\text{C}_2\text{H}_6$ -ში  $\geq \text{C} - \text{H}$  ბმა;

$\text{CH}_3\text{OH}$ -ში  $\geq \text{C} - \text{H}$ ,  $\geq \text{C} - \text{O} -$ ,  $- \text{O} - \text{H}$ .

$\text{CH}_3\text{Cl}$ -ში  $\geq \text{C} - \text{H}$ ,  $\geq \text{C} - \text{Cl}$

ბ) არაპოლარულია  $\geq \text{C} - \text{C} \leq$  ბმა, ყველაზე მცირეა პოლარობა  $\geq \text{C} - \text{Si} \leq$ -ში.

ყველაზე დიდია  $\geq \text{C} - \text{Cl}$ -ში.

§ 6. ორგანულ ნაჯახითა თავისებურებანი და ტიპები

**განიარქეთ**

- $$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} : \text{C} : \text{Cl} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$
 წარმოიქმნება რადიკალები:  $\text{CH}_3 \cdot$  და  $\text{Cl} \cdot$ .
- $$\text{H}_3\text{C} : \ddot{\text{O}} : \text{H} \longrightarrow [\text{H}_3\text{C} : \ddot{\text{O}} : ]^- + \text{H}^+$$
 იონური – ჰეტეროლიზური
- $$\text{H}_3\text{C} \backslash \ddot{\text{O}} : \text{H} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}^+ + [ : \ddot{\text{O}} : \text{H} ]^-$$
 იონური – ჰეტეროლიზური

**შეასრულეთ**

- $\text{H}_3\text{C} \cdot$  და  $\text{CH}_3$  ჰომოლიზური – რადიკალური  
 $\text{H}_3\text{C} \backslash \text{OH}$  ჰეტეროლიზური – იონური  
 $\text{H}_3\text{C} \cdot \text{Li}$  – ჰეტეროლიზური – იონური

თავი II. ნახშირწყალბადები

§ 7. ნაჯანი ნახშირწყალბადები – ალკანები

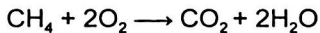
**პპ. 29**

- 2,2,3,3-ტეტრამეთილპენტანი
- 3-ეთილ, 2,5-დიმეთილჰექსანი
- 2,2,3,3-ტეტრამეთილპენტანი

**პპ. 31**

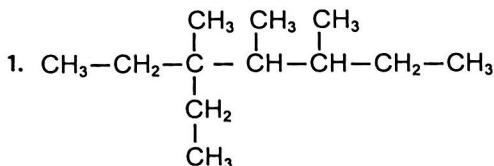
დაბალ ტემპერატურაზე და მაღალ წნევაზე.

**პპ. 33**

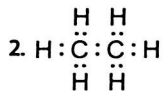


მეთანისა და ჟანგბადის რეაქციაში შესული მოცულობების შეფარდებაა 1:2. რადგან ჰაერში ჟანგბადის შემცველობა 20%-ია, ჰაერის 5-ჯერ მეტი მოცულობაა საჭირო, ე.ი. ათჯერ მეტის ალბისას რეაგენტები მთლიანად ურთიერთქმედებს.

**განიარქეთ**



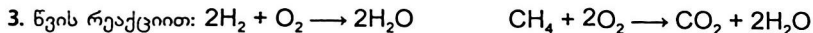
6 – პირველადი, 3 – მეორეული, 2 – მესამეული, 1 – მეოთხეული ნახშირბადატომია.



7  $\sigma$  - ბმავ;

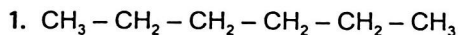
C - C არაპოლარული ბმავ;

C - H პოლარული ბმებია.

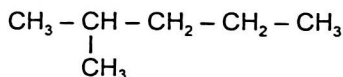


წვის შედეგად მიღებულ აირს გავატარებთ კირიან წყალში. მისი ამღვრევა  $\text{CO}_2$ -ის, შესაბამისად, მეთანის არსებობაზე მიუთითებს.

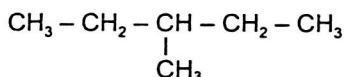
### შეასრულეთ



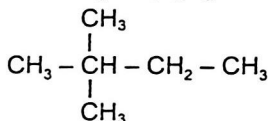
ნ-ჰექსანი



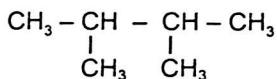
2-მეთილპენტანი



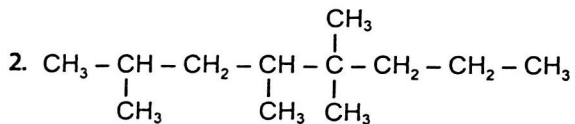
3-მეთილპენტანი



2,2-დიმეთილბუტანი

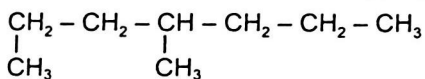


2,3-დიმეთილბუტანი



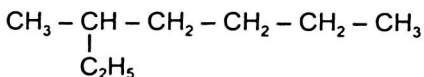
3. არასწორია ა) და გ).

ა) პირველ ნახშირბადთან ჩანაცვლება არ ხდება.

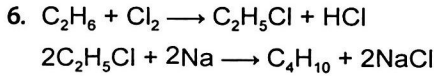
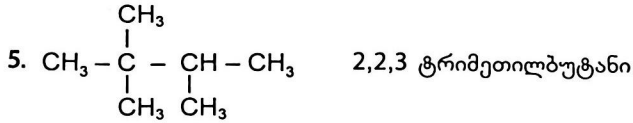
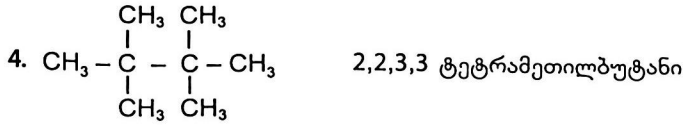


სწორი სახელწოდებაა: 4-მეთილჰექსანი

გ) 2-ეთილჰექსანი არასწორია.



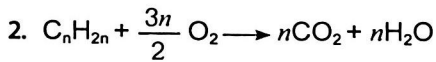
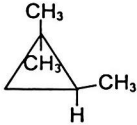
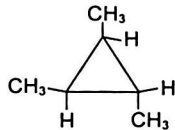
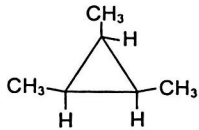
მეორე ნახშირბადატომთან ეთილის რადიკალის ჩანაცვლება არ ხდება. სწორი სახელწოდებაა 3-მეთილპენტანი.



### § 8. სიკვლევა

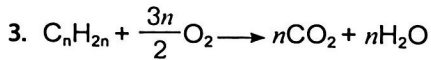
#### შეასრულიეთ

1.  $\text{C}_6\text{H}_{12}$   
სამი იზომერი



$$\frac{3n}{2} = 9 \quad | \quad n = 6$$

ე. ი.  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .



$$n = 4 \quad V(\text{O}_2) = \frac{3 \cdot 4}{2} = 6 \text{ ლ.}$$

§ 9. უჯერი ნახშირწყალბადები – ალკენები

**პ. 44**

2-ეთილ, 3-მეთილპენტ-1-ენი.

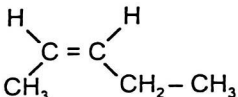
**პ. 45**

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  პენტ-1-ენი

$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  პენტ-2-ენი

$\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  2-მეთილპენტ-1-ენი      $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH} - \text{CH}_3$  2-მეთილპენტ-2-ენი      $\text{CH}_2 = \text{CH} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$  3-მეთილპენტ-1-ენი

პენტ-2-ენს ახასიათებს ცის-ტრანს იზომერია, რადგან ორმაგი ბმის წარმოქმნელი ორივე ნახშირბადატომი სხვადასხვა ჩამნაცვლებლებთან არის დაკავშირებული.



**პ. 47 \* შესავარი**

სილა წარმოქმნის დუღილის ცენტრებს, ხელს უშლის ხსნარის გადახურებას და ეთანოლთან ერთად მუყავას ამოშხეფებას.

**პ. 49 \* შესავარი**

მიმდინარეობს პარაფინის დაშლა (კრეკინგი). წარმოქმნილი უჯერი ნაერთები აუფერულებს ბრომიან წყალს.

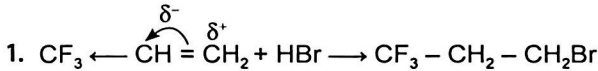
**პიანჯარი**

1.  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH} - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_3$
2.  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_3$

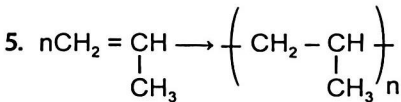
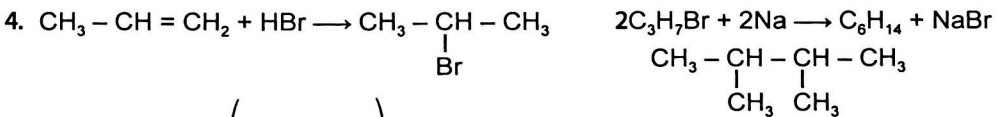
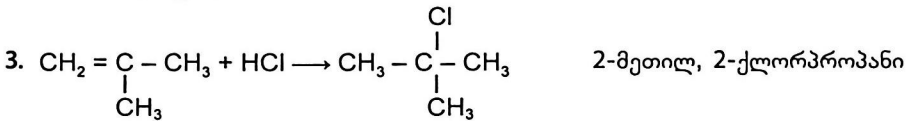
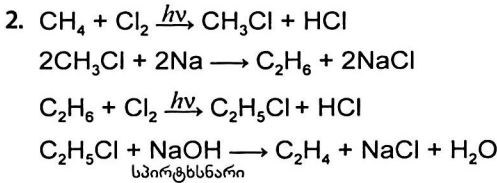
3. ა) ნახშირბადის ჩონჩხის იზომერიას; ბ) ორმაგი ბმის მდებარეობის იზომერიას; გ) გეომეტრიულ (ცის-ტრანს) იზომერიას. გეომეტრიული იზომერია განპირობებულია იმ გარემოებით, რომ π-ბმის წარმოქმნელი ნახშირბადატომები კარგავს თავისუფალი ბრუნვის უნარს.

4.  $\pi$  ბმას წარმოქმნის ნახშირბადატომები ელექტრონული სიმკვრივის გადაფარვით  $\sigma$  ბმების სიბრტყის ზევით და ქვევით ერთ სიბრტყეში. ნახშირბადატომების ბრუნვა ამ ბმის განყვეტის გარეშე შეუძლებელია.
5. ეთილენში ნახშირბადატომები  $sp^2$  ჰიბრიდიზაციის მდგომარეობაშია. ეთილენის ჰიდრირებისას მიიღება ალკანი – ეთანი, რომელშიც ნახშირბადი  $sp^3$  ჰიბრიდული ორბიტალებით ამყარებს ბმებს. ასევე იცვლება სივრცითი აღნაგობაც. ბრტყელი ეთილენიდან მიიღება სივრცითი აღნაგობის ეთანი.

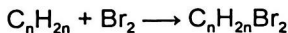
### შეასრულით



მოლეკულაში C – F ბმის ძლიერი პოლარობის გამო პირველი ნახშირბადის ატომი ნაწილობრივ დადებით მუხტს იძენს, რისი კონპენსაციაც ხდება მეზობელი ნახშირბადატომიდან ელექტრონული სიმკვრივის გადმოწვევით. მეორე ნახშირბადატომის ელექტრონული სიმკვრივის დეფიციტი კი ივსება  $\pi$ -ბმის სიმკვრივის მისკენ გადმოწვევით, რაც მესამე ნახშირბადის ატომზე დადებით მუხტს აჩენს. შედეგად რეაქცია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის საწინააღმდეგოდ.



6. მოც.:  $m(C_nH_{2n}) = 4,2$  გ  
 $m(Br_2) = 16$  გ  
 $M(C_nH_{2n})_n = ?$



$n(Br_2) = \frac{m(Br_2)}{M(Br_2)} = \frac{16 \text{ გ}}{160 \text{ გ/მოლი}} = 0,1 \text{ მოლი}$        $n(C_nH_{2n}) = 0,1 \text{ მოლი}$

$M(C_nH_{2n}) = \frac{m(C_nH_{2n})}{n(C_nH_{2n})} = \frac{4,2 \text{ გ}}{0,1 \text{ მოლი}} = 42 \text{ გ/მოლი}$

$$12n + 2n = 14n = 42 \quad n = 3$$

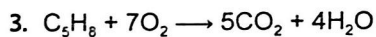
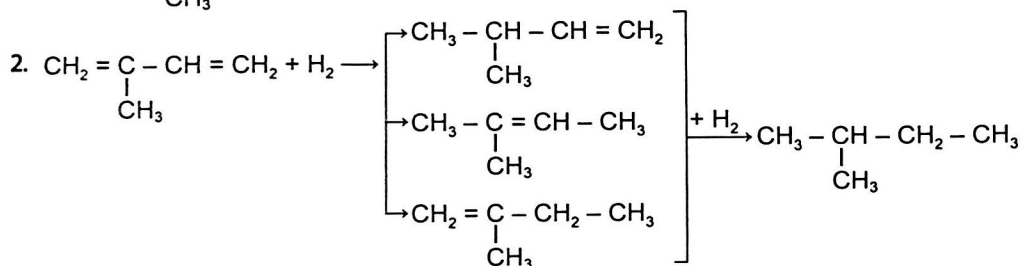
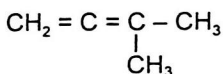
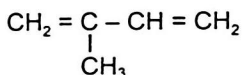
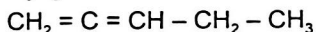
პასუხი: 42 გ/მოლი  $C_3H_6$

7. ციკლოალკანები.

§ 10. ალკაენები

**ბაიზრამი**

1.  $C_5H_8$



§ 11. ალკინები

**83. 55**

ა) 3,3-დიმეთილპენტ-1-ინი; ბ) 4,4,5,5-ტეტრამეთილჰექს-1-ინი.

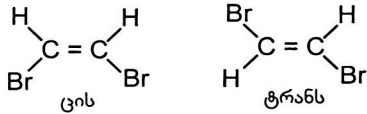
**ბაიზრამი**

- ა) 3,3-დიმეთილბუტ-1-ინი; ბ) 4,4-დიმეთილპენტ-2-ინი.
- არა, რადგან ნახშირბადატომები  $sp$  ჰიბრიდული ორბიტალებით წრფივ სტრუქტურას წარმოქმნის.
- $HC \equiv CH$  3  $\sigma$  და 2  $\pi$  ბმა.
- ნახშირბადის ატომების  $sp$  - ჰიბრიდული ორბიტალებით წყალბადის ატომებთან  $180^\circ$ -იანი კუთხით ბმების დამყარებით.

**შეასრულეთ**

2.  $C_2H_2 + Br_2 \rightarrow C_2H_2Br_2 \xrightarrow{Br_2} C_2H_2Br_4$
3.  $C_2H_2 + H_2 \xrightarrow{Pt} C_2H_4$        $C_2H_4 + HBr \rightarrow C_2H_5Br$
4.  $CaO + 3C \xrightarrow{t} CaC_2 + CO$   
 $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$   
 $C_2H_2 + Br_2 \rightarrow C_2H_2Br_2$

1,2-დიბრომეთენი შეიძლება არსებობდეს ცის-ტრანს გეომეტრიული იზომერების სახით.



5. ა) მოყვანილ რიგში იცვლება ჰიბრიდიზაციის სახე:  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$  იზრდება ჰიბრიდიზაციაში მონაწილე s ორბიტალების წილი, რაც ამცირებს ჰიბრიდული ორბიტალების რადიუსს და ბირთვებს შორის მანძილს.
- ბ) C – H ბმის ძვრადობა C – C ბმის სიგრძის შემცირებასთან ერთად იზრდება. წყალბადის ბმა ნახშირბადთან სუსტდება და ძვრადი ხდება.

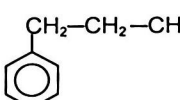
**§ 12. არომატული ნახშირწყალბადები – აენახები**

**გაიზარეთ**

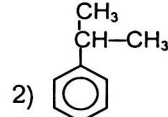
2. 1 მოლი ბენზოლი იერთებს 3 მოლ წყალბადს და წარმოიქმნება 1 მოლი ციკლოჰექსანი. 1 მოლი დივინილაცეტილენი იერთებს 4 მოლ წყალბადს და მიიღება ჰექსანი.
3. აღნაგობა ახდენს გავლენას თვისებებზე. იგი არის არა უჯერი, არამედ არომატული ნაერთი. უჯერი ნახშირწყალბადების თვისებები ბენზოლში შესუსტებულია.

**შეასრულეთ**

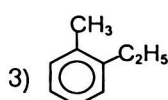
1.
 



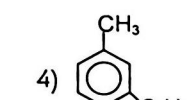
1)



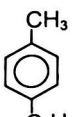
2)



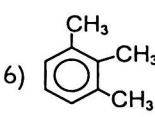
3)



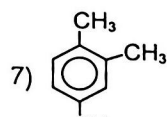
4)



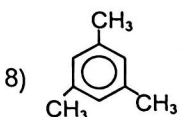
5)



6)



7)



8)

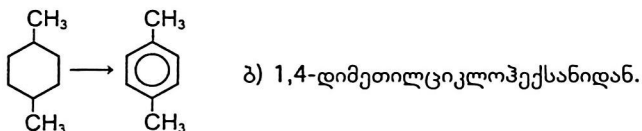
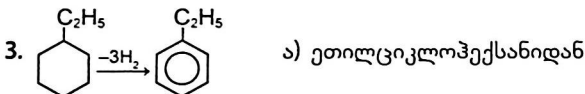
- ა) (1)-პროპილბენზოლი
- (2) იზოპროპილბენზოლი
- (3) 1-ეთილ, 2-მეთილბენზოლი

- (4) 1-ეთილ, 3-მეთილბენზოლი
- (5) 1-ეთილ, 4-მეთილბენზოლი
- (6) 1,2,3-ტრიმეთილბენზოლი
- (7) 1,2,4-ტრიმეთილბენზოლი
- (8) 1,3,5-ტრიმეთილბენზოლი

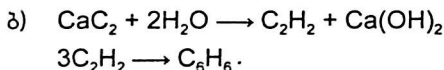
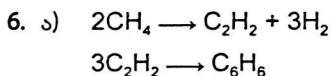
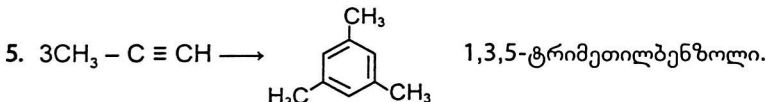
ბ) (1) და (2) – რადიკალის ნახშირბადოვანი ჯაჭვის იზომერიით; (3), (4), (5), ასევე (6), (7), (8) – ბირთვში ჩანაცვლებული რადიკალების ურთიერთმდებარეობის იზომერიით.

გ) სიმეტრიულია (8), სიმეტრიული აღნაგობა აქვს 1,3,5 ტრიმეთილბენზოლს.

2. დივინილაცეტილენი.

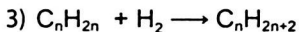
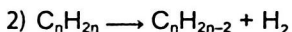
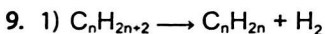


4. ბენზოლი არ არის თვისებებით უჯერი ნაერთი. იგი არომატული ნაერთია, რომელშიც არ არის ცალკეული უჯერი, ორმაგი ბმები, არამედ არის ერთიანი  $\pi$ -ელექტრონული სისტემა.



7. ა) ბენზოლის ბირთვში წყალბადატომები ტოლფასია. ბ), გ), დ) ბენზოლის ბირთვში ჩანაცვლებული ატომი ან ატომთა ჯგუფი გავლენას ახდენს წყალბადატომთა ძვრადობაზე; ბ), გ) ტოლუოლსა და ბრომბენზოლში იზრდება ელექტრონული სიმკვრივე ორთო და პარა მდგომარეობაში, H-ის ჩანაცვლება ხდება უფრო ადვილად ორთო და პარა მდგომარეობაში; დ) ნიტრობენზოლში ჩანაცვლებული ჯგუფი ამცირებს ელექტრონულ სიმკვრივეს ორთო და პარა მდგომარეობაში, ამიტომ ჩანაცვლება ხდება მეტა მდგომარეობაში; ე) ციკლოპექსანი ნაჯერი ნახშირწყალბადია და მას განსხვავებული, ნაჯერი ნახშირწყალბადის თვისებები აქვს. წყალბადატომები ტოლფასია.

8. ნიტროჯგუფი ელექტრონაქცეპტორული ბუნებისაა. ნიტრობენზოლში ჩანაცვლების რეაქციები გაძნელებულია.



- 4)  $C_nH_{2n-2} + H_2 \rightarrow C_nH_{2n}$   
 5)  $C_nH_{2n+2} \rightarrow C_nH_{2n-6} + 4H_2$  ( $C_6H_{14} \rightarrow C_6H_6 + 4H_2$ )  
 6)  $3C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$   
 7)  $C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$   
 8)  $C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6 + 3H_2$

### § 13. ნახშირწყალბადების ბუნებრივი წყაროები

#### განიხივით

2. ბუნებრივ აირი შედგება ძირითადად მეთანისგან (~97%).  
 ნავთობის თანმხლები აირი ძირითადად პროპან-პენტანის ნარევია.  
 4. კრეკინგ-ბენზინი შეიცავს უჯერ ნახშირწყალბადებს, ამიტომ აუფერულებს ბრომიან წყალს.



**I თემის შუამავალი საპრაქტიკოები, ტესტები და ამოსაწავი**

1. ბუნებაში ნახშირბადის შემცველ ორგანულ ნაერთთა რიცხვი მრავალ მილიონს აღწევს. ორგანულ ნაერთთა ასეთი სიმრავლე განპირობებულია ნახშირბადის ატომის შემდეგი თავისებურებით:

- ნახშირბადის ატომებს აქვს ერთმანეთთან ჯაჭვურად შეერთებისა და განსხვავებული აღნაგობის (ლია, განშტოებული, ციკლური) ნაერთების წარმოქმნის უნარი;
- ნახშირბადის ატომები ერთმანეთს უკავშირდება როგორც მარტივი, ასევე ჯერადი – ორმაგი და სამმაგი ბმებით;
- ნახშირბადის ატომებს აქვს ერთნაირი ქიმიური შედგენილობის, მაგრამ განსხვავებული აღნაგობისა და თვისებების მქონე ნივთიერებების, ე.ი. იზომერების წარმოქმნის უნარი.

2.  $sp^3$ - ჰიბრიდიზაციის დროს წარმოქმნილი კუთხით ( $109^{\circ}28'$ ).

3.  $M = 2DH_2 \quad M = 2 \cdot 43 = 86 \text{ გ/მოლი} \quad M(C_nH_{2n+2}) = 14n + 2 = 86 \quad n = 6 \quad C_6H_{14}$ .

4. წვისას მიღება  $C_nH_{2n+2} \rightarrow nCO_2 \quad n = 4. \quad C_4H_{10}$

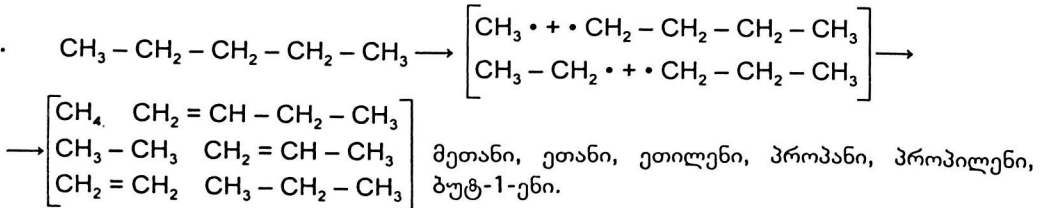
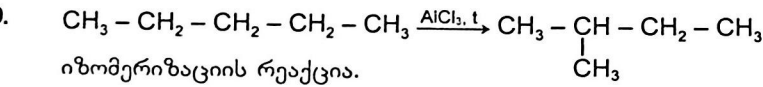
5.  $C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 \rightarrow n CO_2 + (n+1) H_2O$   
 $\frac{3n+1}{2} = 8 \quad n = 5 \quad C_5H_{12}$ .

6. ბ)  $C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 \rightarrow n CO_2 + (n+1) H_2O$   
 $\frac{3n+1}{2} = 3,5 \quad n = 2 \quad C_2H_6$

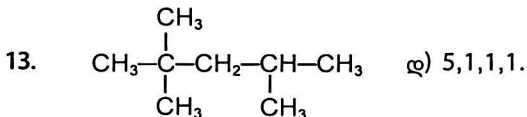
7. არაორგანულ ქიმიაში ჩანაცვლების რეაქციებში მარტივი ნივთიერებით ხდება რთულ ნივთიერებაში ერთ-ერთი ელემენტის ატომების ჩანაცვლება. მიიღება მარტივი და რთული ნივთიერება. ალკანებში ჩანაცვლების რეაქციები შეიძლება წარიმართოს ორ რთულ ნივთიერებას შორის და პროდუქტები რთული ნივთიერებებია.

8.  $C_3H_8$  პროპანი  $\rightarrow C_3H_6Cl_2$  დიქლორპროპანი.
- $CHCl_2 - CH_2 - CH_3$  1,1-დიქლორპროპანი
  - $CH_2Cl - CHCl - CH_3$  1,2-დიქლორპროპანი
  - $CH_2Cl - CH_2 - CH_2Cl$  1,3-დიქლორპროპანი
  - $CH_3 - CCl_2 - CH_3$  2,2-დიქლორპროპანი

9.  $\begin{matrix} H \\ \diagdown \\ H-C \\ \diagup \\ H \end{matrix} \rightarrow Cl$  ქლორის ელექტრონაქცეპტორული ბუნების გამო C – H ბმის სიმტკიცე მცირდება, წყალბადის ატომი უფრო ძვრადი ხდება.



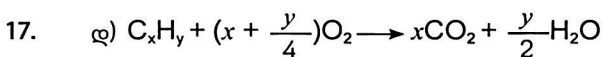
12. 2,2,3-ტრიმეთილპენტანი  
 2,2,4-ტრიმეთილპენტანი  
 2,3,4-ტრიმეთილპენტანი  
 2,3,3-ტრიმეთილპენტანი



14. გ) 6.

15. დ)  $\text{CH}_3\text{COONa}$

16. დ) ტემპერატურის შემცირება, წნევის გაზრდა.



$$1 + (x + \frac{y}{4}) = 2x$$

$$y = 4x - 4$$

$$x = 2, \quad y = 4, \quad \text{C}_2\text{H}_4$$

$$x = 3, \quad y = 8, \quad \text{C}_3\text{H}_8.$$

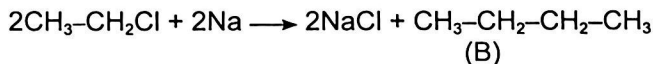
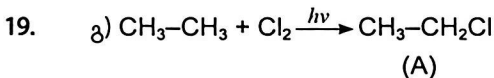
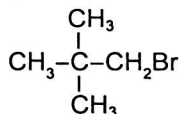
18. დ)  $M(\text{RBr}) = 29 \cdot 5,207 = 151$  გ/მოლი

$$M(\text{R}) = 151 - 80 = 71 \text{ გ/მოლი}$$

$$14n + 1 = 71 \quad | \quad n = 5$$

ე.ი.  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br}$

პენტანის იზომერებიდან ერთ მონობრომნარმს წარმოქმნის მხოლოდ 2,2-დიმეთილპროპანი:



20. გ)

21. ბ)

22. დ)

23. ა)

24. ბ)

25. დ)

26. ა)  $M = 2D_{H_2}$      $M(C_nH_{2n}) = 70$      $14n = 70$      $n = 5$      $C_5H_{10}$
27. გ)  $C_3H_6$
28. ბ) 6. ნახშირწყალბადში არის 3 მოლი ნახშირბადი და 6 მოლი ატომი წყალბადი.  
 $n(CO_2) = nC = 3$  მოლი     $n(H) = 2n(H_2O) = 6$  მოლი
29. ბ) 2,24 ლ
30. ა)  $M = 2D_{H_2}$      $M = 2 \cdot 94 = 188$  გ/მოლი. ნახშირწყალბადი უნდა იყოს ალკენი, რომელიც იერთებს 1 მოლ ბრომს გამომდინარე ნაერთის მოლეკულის მასიდან.  
 $C_nH_{2n} + Br_2 \rightarrow C_nH_{2n} + Br_2$   
 $14n + 160 = 188$      $n = 2$      $C_2H_4$



32.  $sp$      $sp^2$      $sp^3$   
 $180^\circ$      $120^\circ$      $109^\circ 28'$



სამმაგი ბმის წარმოქმნაში ჩართული უნდა იყოს მეორე ნახშირბადატომი, რომელიც სამ ნახშირბადატომთან წარმოქმნის  $\sigma$ -ბმებს, ამიტომ ორ  $\pi$  ბმას ვეღარ წარმოქმნის.

34.  $M = 2D_{H_2}$      $M = 2 \cdot 20 = 40$  გ/მოლი     $C_nH_{2n-2}$      $14n - 2 = 40$      $n = 3$   
 $C_3H_4$      $CH \equiv C - CH_3$  იზომერი არ აქვს.
35.  $C_nH_{2n-2} + \frac{3n-1}{2} O_2 \rightarrow n CO_2 + (n-1)H_2O$ .     $\frac{3n-1}{2} = 4$      $n = 3$      $C_3H_4$      $CH \equiv C - CH_3$ .
36.  $CH \equiv C - CH_3 + HBr \rightarrow H_2C = \underset{\substack{| \\ Br}}{C} - CH_3$   
2-ბრომპროპენი

37. პირველი, რადგან მასში არის სამმაგი ბმის წარმოქმნელ ნახშირბადთან დაკავშირებული წყალბადის ატომი.

38.  $v(C_2H_5OH) = 100$  მლ  
 $\rho(C_2H_5OH) = 0,81$  გ/სმ<sup>3</sup>  
 $v(C_2H_2) = 500$  მლ = 0,5 ლ  


---

 $\omega(C_2H_2) = ?$

$$m(C_2H_5OH) = \rho v = 0,81 \text{ გ/სმ}^3 \cdot 100 \text{ სმ}^3 = 81 \text{ გ}$$

$$m(C_2H_2) = nM = v/v_m \cdot M = 0,5/22,4 \cdot 26 = 0,0223 \cdot 26 = 0,579 \text{ გ.}$$

$$\omega(C_2H_2) = 0,579/81,579 = 0,007 \quad 0,7\%.$$

39.  $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$ .  
 $n(C_2H_2) = \rho v = v/v_m = \frac{30}{22,4} = 1,34$  მოლი

$$n(\text{CaC}_2) = 1,34 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{CaC}_2) = nM = 1,34 \cdot 64 = 85,76 \text{ გ.} \quad \omega(\text{CaC}_2) = 85,76 \%$$

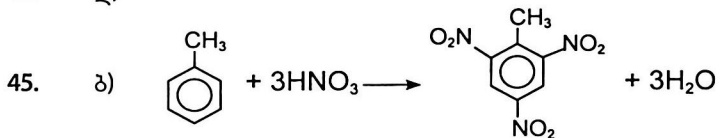
40.  $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$      $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  1 მოლი აცეტილენის წვისას გამოიყოფა 5,58-ჯერ მეტი სითბო. იგივე თანაფარდობით გამოიყოფა სითბო 1მ<sup>3</sup> აცეტილენის და იმავე მოცულობის წყალბადის წვისას.

41. დ) sp, sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup>

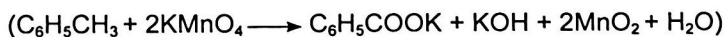
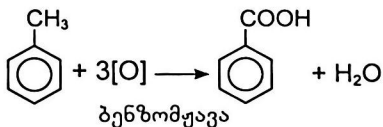
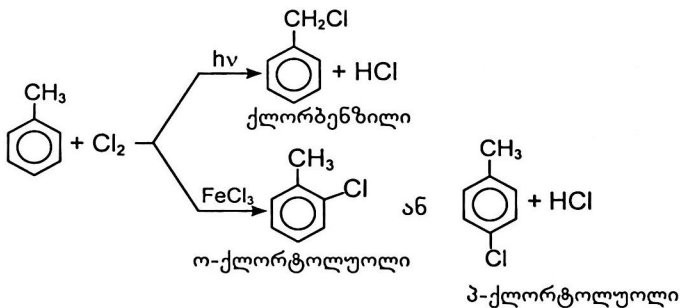
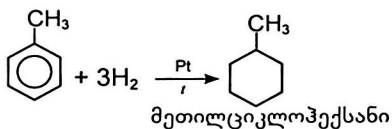
42. ა) ტეტრაედრი, ბ) ბრტყელი, გ) ხაზოვანი, დ) ბრტყელი.

43. გ)

44. დ)



2,4,6-ტრინიტროტოლუოლი  
(ტროტილი)

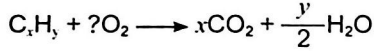


46. ბენზოლში ნახშირბადის p ორბიტალი თავისი გაუნწყვილებელი ელექტრონით ჩართულია საერთო π სისტემის შექმნაში, გრაფიტში – თავისუფალია.

47. არ მიმდინარეობს.

48. ბენზინი, ლიგროინი, ნავთი, გაზოილი, მახუთი, გუდრონი.

49. ამოხსნა:



$x$  მოლი  $CO_2$  შეიცავს  $2x$  მოლ ჟანგბადის ატომს

$\frac{y}{2}$  მოლი  $H_2O$  .....  $\frac{y}{2}$  მოლს

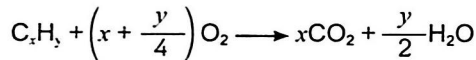
---

ორივე  $\left(2x + \frac{y}{2}\right)$  მოლ ჟანგბადის ატომს (O)

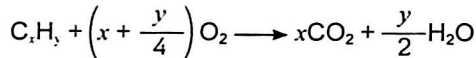
$2x + \frac{y}{2}$  ჟანგბადის ატომი წარმოქმნის

$$\frac{2x + \frac{y}{2}}{2} = \left(x + \frac{y}{4}\right) \text{ მოლ ჟანგბადის მოლეკულას (O}_2\text{).}$$

წვის რეაქციის ტოლობა მიიღებს სახეს:



50. ამოხსნა:



$$x \neq x + \frac{y}{4} \quad x < x + \frac{y}{4}$$

არ არსებობს.

51. ამოხსნა:

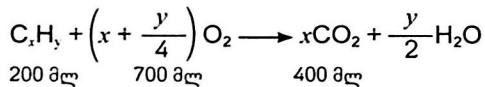
მოც.:  $V(C_xH_y) = 200$  მლ

$V(O_2) = 700$  მლ

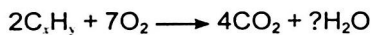
$V(CO_2) = 400$  მლ ( $25^\circ C$ -ზე წყალი თხევადია, ე.ი.  $400$  მლ  $CO_2$ -ია)

---

$C_xH_y = ?$



მოცულობითი თანაფარდობა დავიყვანოთ მთელი რიცხვებით გამოსახულ უმარტივეს მოლურ თანაფარდობაზე:



7 მოლი  $O_2$  შეიცავს  $7 \cdot 2 = 14$  მოლ ატომ  $O$ -ს,

ხოლო 4 მოლი  $CO_2$  —  $4 \cdot 2 = 8$  მოლ ატომს.

წყლის შემადგენლობაში შემავალი ჟანგბადატომთა რაოდენობა იქნება:

$$14 - 8 = 6 \text{ მოლი.}$$

6 მოლ ატომ ჟანგბადს შეიცავს 6 მოლი წყალი.

$$\text{ე.ი. } n(\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) = 6 \text{ მოლი}$$

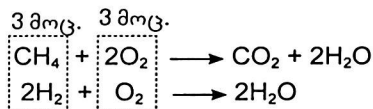
რეაქციის ტოლობა მიიღებს სახეს:



მიღებული ტოლობიდან გამომდინარე:

$$x = 2, y = 6. \quad \text{ე.ი. } \text{C}_2\text{H}_6.$$

52. ამოხსნა:



$$V(\text{CH}_4) : V(\text{H}_2) = 1 : 2$$

53. ამოხსნა:

$$M = 2D_{\text{H}_2} = 2 \cdot 35 = 70 \text{ გ/მოლი}$$

რადგან ნახშირწყალბადში ნახშირბადის მასური წილია 85,7%, 1 მოლ ნახშირწყალბადში

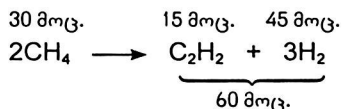
$$m(\text{C}) = 70 \cdot 0,857 = 60 \text{ გ}$$

$$n(\text{C}) = \frac{m}{M} = \frac{60}{12} = 5 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{H}) = 70 - 60 = 10 \text{ გ}$$

$$n(\text{H}) = \frac{10}{1} = 10 \text{ მოლი} \quad \text{C}_5\text{H}_{10}$$

54. ამოხსნა:



დავუშვათ, მეთანის დაშლის შედეგად მიღებული 100 მოც. აირთა ნარევი შეიცავს 15 მოც. აცეტილენს. მის მისაღებად, ტოლობის თანახმად, დაიხარჯებოდა 30 მოც.  $\text{CH}_4$  და იმავე დროს წარმოიქმნებოდა 45 მოც. წყალბადი.

აქედან გამომდინარეობს, რომ მიღებულ აირთა ნარევი რეაქციაში შეუსვლელი  $\text{CH}_4$ -ის მოცულობა იქნება:

$$V(\text{CH}_4) = 100 - (15 + 45) = 40 \text{ მოც.}$$

მაშასადამე, რეაქციისთვის აღებული ყოფილა:

$$V(\text{CH}_4) = 30 + 40 = 70 \text{ მოც.}$$

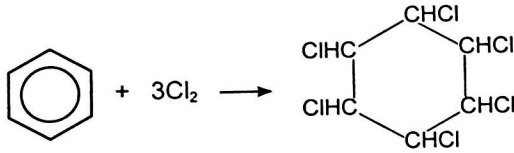
70 მოც.  $\text{CH}_4$ -დან გარდაიქმნა 30 მოც.

$$\text{ე.ი. მეთანის გარდაქმნის ხარისხია } \eta = \frac{30}{70} = 0,4285 \text{ (42,85\%)}$$

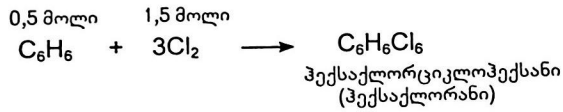
55. ამონხნნა:

$$n(\text{C}_6\text{H}_6) = \frac{39 \text{ გ}}{78 \text{ გ/მოლი}} = 0,5 \text{ მოლი}$$

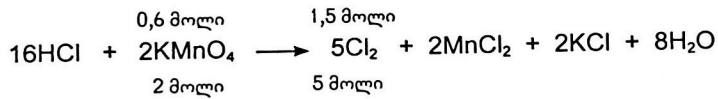
$$M(\text{KMnO}_4) = 158 \text{ გ/მოლი}$$



აბ



$$n(\text{Cl}_2) = 3 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ მოლი}$$



$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{2 \cdot 1,5}{5} = 0,6 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{KMnO}_4) = 0,6 \text{ მოლი} \cdot 158 \text{ გ/მოლი} = 94,8 \text{ გ.}$$

## თემა II. ფუნქციური ჯგუფის შემსველი ორგანული ნაერთები

თავი III. ნახშირწყალბადების ჰალოგენანარმები

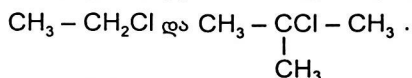
### § 14. ნახშირწყალბადების ჰალოგენანარმები

#### 83. 88

ჰალოგენანარმების რიგში C – X ბმის (სადაც X არის ფთორი, ქლორი, ბრომი, იოდი) პოლარობა მცირდება, პოლარიზებადობა იზრდება.

#### გაიზარეთ

1. 2,2-დიმეთილბუტანის მისაღებად უნდა ავიღოთ ქლორეთანი და 2-ქლორ, 2-მეთილპროპანი.



2.  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$  მიიღება 4 იზომერი.

3. ბ).

4. 6 იზომერის სახით.  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

1,1-დიბრომბუტანი; 1,2-დიბრომბუტანი; 1,3-დიბრომბუტანი; 1,4-დიბრომბუტანი; 2,2-დიბრომბუტანი; 2,3-დიბრომბუტანი.

თავი IV. ჟანგბადშემცველი ორგანული ნაერთები

ნახშირწყალბადების ჰიდროქსინარმები

### § 15. ნაჯანი ეთათოქიანი სპირტები (ალკანოლები)

#### 83. 93

2-ეთილ, 3,4,4 ტრიმეთილპექსან-1-ოლი.

#### 83. 94

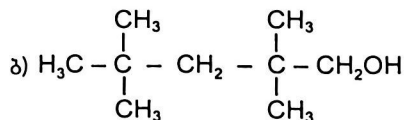
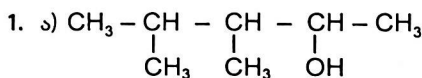
2 და 4-ფუნქციური ჯგუფის მდებარეობის იზომერები

1 და 3-ფუნქციური ჯგუფის მდებარეობის იზომერები

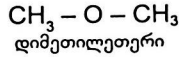
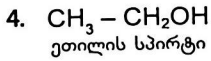
1 და 2-ნახშირბადის ჯაჭვის იზომერები

3 და 4-ნახშირბადის ჯაჭვის იზომერები.

#### გაიზარეთ

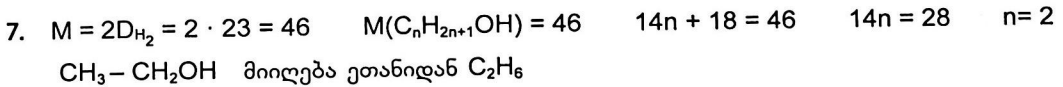
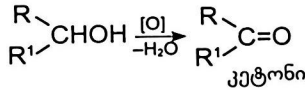
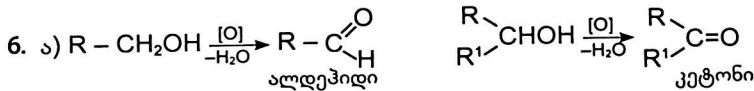
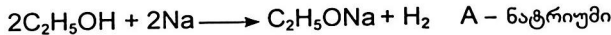
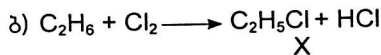
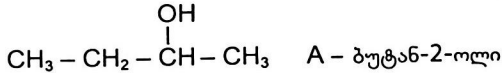
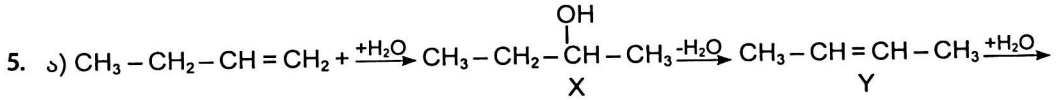




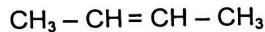
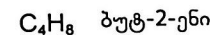


განსხვავებული აღნაგობის გამო ისინი მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისგან ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით.

ეთილის სპირტი წყალბადური ბმების გამო თხევადია, დიმეთილეთერი კი აირადი ნივთიერებაა. განსხვავებულია ფუნქციური ჯგუფი.

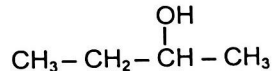


$n(\text{Br}_2) = \frac{40}{160} = 0,25$  მოლი



$n(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = n(\text{Br}_2) = 0,25$  მოლი

$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = \frac{14\text{გ}}{0,25 \text{ მოლი}} = 56$  გ/მოლი

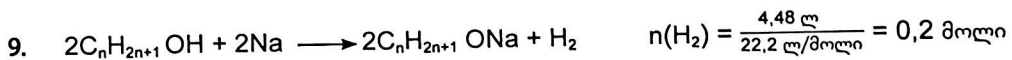


საწყისი სპირტია

მეორეული ბუტილის სპირტი ბუტან-2-ოლი

$14n = 56$

$n = 4$



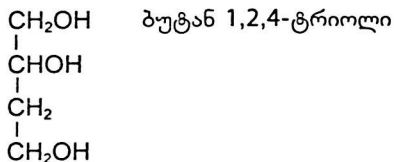
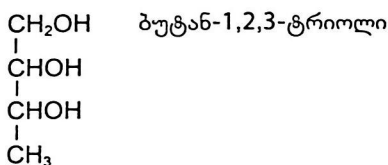
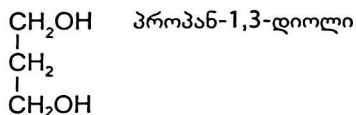
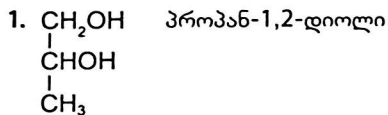
$n(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = 0,4$  მოლი

$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = \frac{12,8\text{გ}}{0,4 \text{ მოლი}} = 32$  გ/მოლი  $14n + 18 = 32$   $n = 1$   $\text{CH}_3\text{OH}$

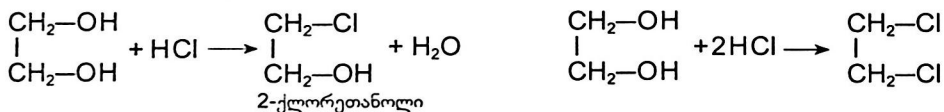
10. ნივთიერებას აქვს ორმაგი ბმის (ალკენის) და სპირტის თვისებები.

§ 16. მრავალატომიანი სპირტები

**შეასრულიეთ**



2. ეთენის ურთიერთქმედებით კალიუმის პერმანგანატის ხსნართან მიიღება ეთილენგლიკოლი.
3. საერთო თვისება: ურთიერთქმედება ნატრიუმთან, ქლორწყალბადთან.



4. მრავალატომიან სპირტებს ერთატომიანი სპირტებისაგან განასხვავებენ სპილენძ (II)-ის ჰიდროქსიდთან ურთიერთქმედების რეაქციით.

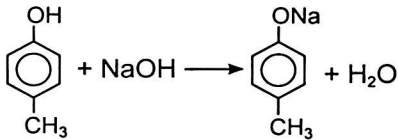
§ 17. ფენოლი

**ბაიზრით**

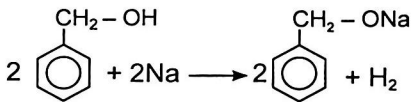
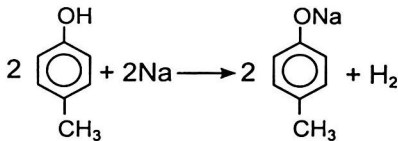
1. ფენოლში ერთატომიან და მრავალატომიან სპირტებთან შედარებით წყალბადური ბმები ძლიერია. ამათგან ყველაზე სუსტი წყალბადური ბმები ერთატომიან სპირტებშია.
2. ნახშირმჟავა, როგორც შედარებით ძლიერი მჟავა, გამოაძევეს ფენოლს, რომელიც წყალში ცუდად იხსნება.

**შეასრულეთ**

1. ა) ნატრიუმის ტუტის ხსნართან ურთიერთქმედებს პ-მეთილფენოლი.



- ბ) ნატრიუმთან ურთიერთქმედებს როგორც პ-მეთილფენოლი, ისე ბენზილის სპირტი.

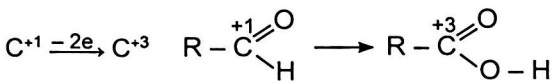


2. ფენოლი ბრომწყალბადთან არ ურთიერთქმედებს, ვინაიდან თვითონ მჟავა თვისებების მატარებელია.
3. მჟავური თვისებები იზრდება რიგში: მეთანოლი, ეთილენგლიკოლი, გლიცერინი, ფენოლი, გოგირდმჟავა.

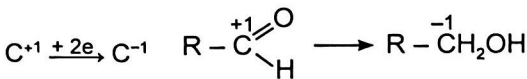
ქარბონილური ნაერთები

§ 18. აღდგენა

**მ3. 112**



**მ3. 113**



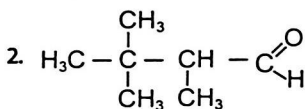
**ბაიზრით**

1. აღდგენილი ფუნქციის ნახშირბადატომი  $sp^2$  ჰიბრიდიზაციაშია და მისი სივრცითი აღნაგობა ბრტყელი – სამკუთხაა.

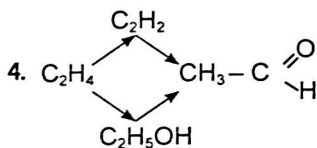
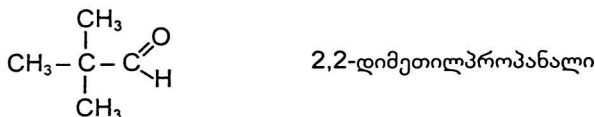
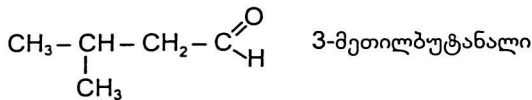
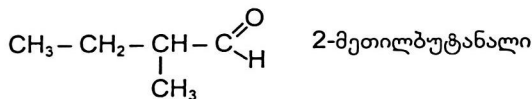
2.  $\text{CH}_3\text{OH}$  –  $\text{sp}^3$  ჰიბრიდიზაცია  $106^\circ$  კუთხე  
 $\text{HCHO}$  –  $\text{sp}^2$  ჰიბრიდიზაცია  $120^\circ$  კუთხე  
 $\text{CO}_2$  –  $\text{sp}$  ჰიბრიდიზაცია  $180^\circ$  კუთხე

**შპასრულეთ**

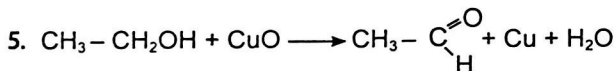
1. 2-ეთილ, 3,4.-დიმეთილჰექსანალი.



3.  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} // \\ \text{O} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$  პენტანალი



- ა)  $\text{C}_2\text{H}_2$     ბ)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



$M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 46 \text{ გ/მოლი}$        $M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}) = 44 \text{ გ/მოლი}$

$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{27,6 \text{ გ}}{46 \text{ გ/მოლი}} = 0,6 \text{ მოლი}$        $n(\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} // \\ \text{O} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}) = 0,6 \text{ მოლი}$

ტოლობის შესაბამისად, 0,6 მოლი სპირტიდან თეორიულად უნდა მიღებულიყო 0,6 მოლი ალდეჰიდი.

პრაქტიკულად მიიღეს  $n(\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} // \\ \text{O} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}) = \frac{25 \text{ გ}}{44 \text{ გ/მოლი}} = 0,57 \text{ მოლი}$

მოყვანილი რეაქციის პრაქტიკული გამოსავალია  $\eta = \frac{n \text{ პრაქტ.}}{n \text{ თეორ.}} = \frac{0,57}{0,6} \cdot 100\% = 95\%$ .

6. 2,2-დიმეთილპროპანალი მიიღება 2,2-დიმეთილპროპან-1-ოლის დაჟანგვით.

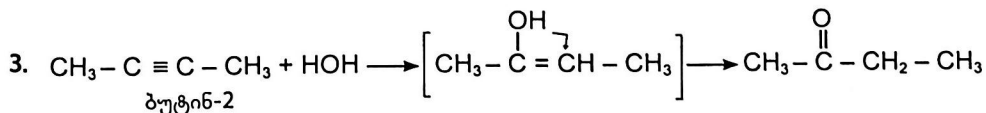
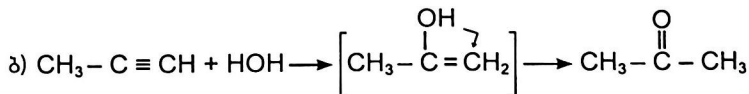
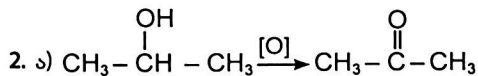
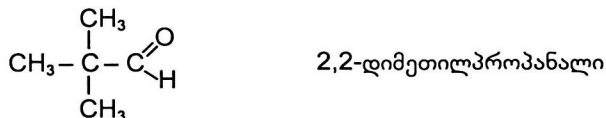
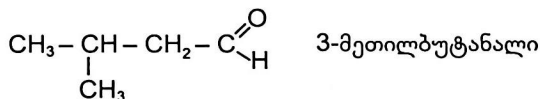
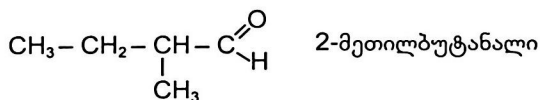
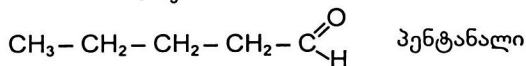
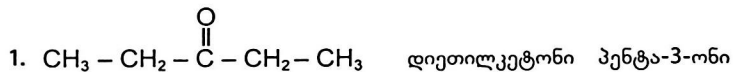
7. იზობუტილის სპირტის დაჟანგვით მიიღება 2-მეთილპროპანალი.

## § 19. კუთონები

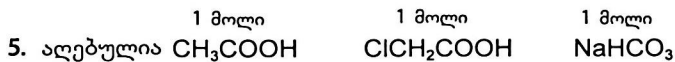
### განიხრეთ

1. აღდექილებისაგან განსხვავებით კეტონებში კარბონილური ჯგუფი უკავშირდება ორ ელექტრონ-დონორულ ნახშირწყალბადის რადიკალს, რაც აძლიერებს ბმას და მისი განყვეტა რთულდება.

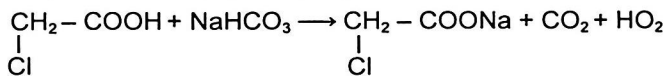
### შეასრულეთ



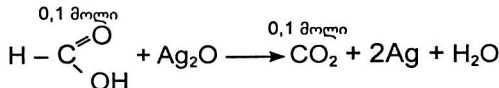




რადგან ქლორმჟავა უფრო ძლიერი მჟავაა, ვიდრე ძმარმჟავა, 1 მოლი Na-ის ჰიდროკარბონატი რეაქციაში შევა 1 მოლ ქლორძმარმჟავასთან და ხსნარის ამოშრობის შემდეგ ნაშთში დარჩება 1 მოლი ქლორძმარმჟავას ნატრიუმის მარილი. შესაბამისი რეაქციის ტოლობაა:



6.  $\underbrace{\text{CH}_3\text{COOH}, \text{HCOOH}}_{10 \text{ გ}} \qquad n(\text{CO}_2) = \frac{2,24 \text{ ლ}}{22,4 \text{ გ/მოლი}} = 0,1 \text{ მოლი}$



$$\begin{array}{l} m(\text{HCOOH}) = nM = 0,1 \text{ მოლი} \cdot 45 = 4,5 \text{ გ} \\ m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10 - 4,5 = 5,5 \text{ გ} \end{array} \left| \begin{array}{l} \omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{COOH})}{m(\text{ნარევი})} = \frac{5,5 \text{ გ}}{10} \cdot 100\% = 55\% \\ \omega(\text{HCOOH}) = 45\% \end{array} \right.$$

§ 21. ახსენიანი

**შეასრულეთ**

1. ა)  $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$   
 $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{NaCl}$   
 ნყალბს.  
 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons \text{HCOOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- ბ)  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$   
 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightleftharpoons{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
2. ა)  $\text{CH}_3\text{COOH}$        $\text{HCOOCH}_3$   
 ბ)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$        $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$        $\text{HCOOC}_2\text{H}_5$
3.  $\text{ROH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{ROSO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O}$  არასრული  
 $2\text{ROH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{ROSO}_2\text{OR} + \text{H}_2\text{O}$  სრული

§ 22. ხნიმები

**შეასრულეთ**

1.  $\begin{array}{l} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_3\text{H}_7 \\ | \\ \text{CH} - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{33} \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{35} \end{array}$
2. ოლინმჟავა თხევადი მჟავაა. მისგან წარმოქმნილი ცხიმიც თხევადია.
3. თხევად ცხიმში უჯერი მჟავებია. უჯერი ბმა ადვილად იჟანგება, განსხვავებით ნაჯერი რადიკალების ბმებისაგან.
4. ბრომიანი წყლით ან კალიუმის პერგამენტის ხსნარით (უჯერი ბმების აღმომჩენი რეაქტივებით).
5.  $\begin{array}{l} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{15}\text{H}_{31} \\ | \\ \text{CH} - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{29} \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{29} \end{array}$

ნახშირწყლები

§ 23. მონოსაქანიდები

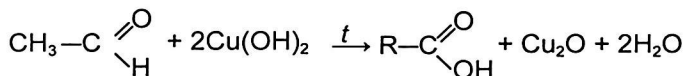
**ზანაზრეთი**

1. ფრუქტოზაში არ არის ალდეჰიდური ჯგუფი.
2. ფორმალდეჰიდი (მეთანალი) -  $M(H-C(=O)H) = 30$  გ/მოლი.

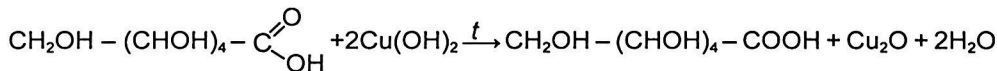
**შეასრულეთ**

1.  $CH_2OH - (CHOH)_4 - C(=O)H + 2Cu(OH)_2 \rightarrow CH_2OH - (CHOH)_4 - COOH + Cu_2O + 2H_2O$
2. ა) გლიცერინის ხსნარის დამატებისას ახლადდალექილ  $Cu(OH)_2$ -ზე მიიღება ლურჯი, გამჭვირვალე ხსნარი.

ბ) ალდეჰიდის ხსნარის დამატებისას, გაცხელებით წარმოიქმნება მონითალო ნალექი:



გ) გლუკოზის ხსნარის დამატებისას ახლადდალექილ  $Cu(OH)_2$ -ზე ოთახის ტემპერატურაზე ლურჯი ფერის გამჭვირვალე ხსნარი მიიღება, გაცხელებით კი მონითალო ნალექი.



3.  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$  მიიღება 2 მოლი  $CO_2$   
 $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$   
 $2CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

ჭარბად არის  $CO_2$ , ამიტომ წარიმართება მეორე რეაქცია, მიიღება 0,5 მოლი კალციუმის ჰიდროკარბონატი.

4. ა)  $CH_3 - CHOH - COOH$  ავლენს კარბონმჟავას და სპირტის თვისებებს.
- ბ)  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3 - CHOH - COOH$  მიიღება 2 მოლი რქმჟავა, რომელიც შედის რეაქციაში 4 მოლ ნატრიუმთან ან 2 მოლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდთან.
5. გლუკოზის ალდეჰიდური ჯგუფის ჟანგვის რეაქციებით („ვერცხლის სარკის“, ახლადდალექილ  $Cu(OH)_2$ -თან რეაქციებით).

§ 24. დისაქანიდები

**შეასრულეთ**

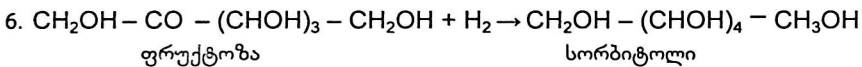
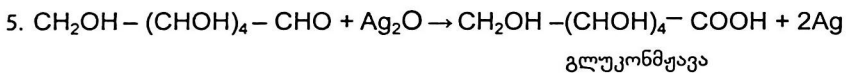
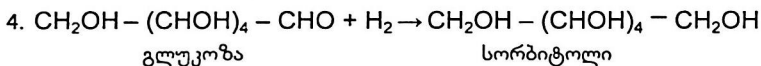
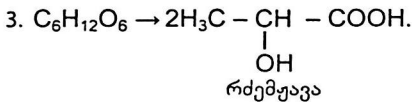
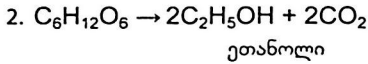
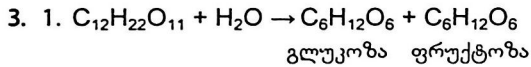
1.  $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$   
 გლუკოზა      ფრუქტოზა

ა) 0,5 მოლი საქაროზადან მიიღება 0,5 მოლი გლუკოზა და 0,5 მოლი ფრუქტოზა.

ბ)  $m = nM$        $M(C_6H_{12}O_6) = 180$  გ/მოლი.

$m$  (გლუკოზა) =  $m$  (ფრუქტოზა) = 0,5 მოლი. 180 გ/მოლი = 90 გ.

2. ჟანგვის რეაქციებით. გლუკოზას ახასიათებს ალდეჰიდის ჯგუფის აღმომჩენი რეაქციები: წითელი ნალექი ახლადდალექილ სპილენწ(II)-ის ჰიდროქსიდთან და „ვერცხლის სარკე“ ვერცხლის ოქსიდის ამიაკიან ხსნართან გაცხელებისას. საქაროზას ეს რეაქციები არ ახასიათებს.

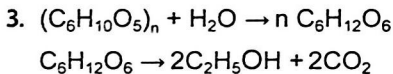


## § 25. პოლისაქანიდები

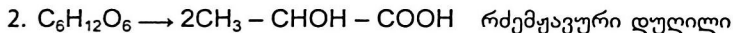
### შპასრუქები

1. ყველა შეიცავს – ა), ბ), გ), დ).

2. მნიფე ვაშლის წვენში არის გლუკოზა, მკვახე ვაშლის წვენში – სახამებელი.



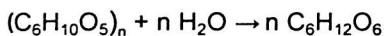
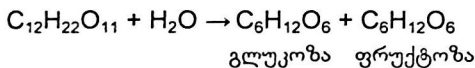
4. 1.  $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow n C_6H_{12}O_6$  ჰიდროლიზი



5. მსგავსება – ორივე აგებულია გლუკოზის ნაშთებისაგან. ორივე ჰიდროლიზდება.

განსხვავება – სახამებელი აგებულია  $\alpha$  – გლუკოზის, ხოლო ცელულოზა  $\beta$  – გლუკოზის ნაშთებისგან. სახამებელს აქვს როგორც ხაზოვანი, ისე განშტოებული აღნაგობა, ხოლო ცელულოზას – მხოლოდ ხაზოვანი. ცელულოზას მაკრომოლეკულებს აქვს უფრო მაღალი მოლეკულური მასა, ვიდრე სახამებლისას.

6. სამივე ნივთიერებას ახასიათებს ჰიდროლიზი.



სახამებელი ან ცელულოზა გლუკოზა

7. ცელულოზას მაკრომოლეკულებს აქვს მხოლოდ ხაზოვანი აღნაგობა და გაცილებით მაღალი მოლეკულური მასა. მაკრომოლეკულები ორიენტირდება ბოჭკოს ლერძის გასწვრივ და მათ შორის მრავალრიცხოვანი წყალბადური ბმები წარმოიქმნება.

#### IV თავის შამაჯამებელი სავარჯიშოები, ტესტები და ამოხანები?

- ნაჯერ ერთატომიან სპირტებში ვხვდებით სტრუქტურული იზომერიის სახეებს – ნახშირბადოვანი ჯაჭვის იზომერიას და ჰიდროქსილის ჯგუფის მდებარეობის იზომერიას.
- $C_4H_{10}O$  შედგენილობა შეესაბამება ბუტილის სპირტს –  $C_4H_9OH$ , იგი არსებობს 4 იზომერის სახით.

- $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2OH$  ბუტან-1-ოლი, ნ-ბუტილის სპირტი
- $CH_3 - CH_2 - CHOH - CH_3$  ბუტან-2-ოლი, მეორეული ბუტილის სპირტი
- $CH_3 - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH} - CH_2OH$  2-მეთილპროპან-1-ოლი, იზობუტილის სპირტი

- $CH_3 - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \\ | \\ OH \end{array}}{C} - CH_3$  2-მეთილპროპან-2-ოლი

სპირტების კლასთაშორისი იზომერებია ეთერები.

- $CH_3 - O - CH_2 - CH_2 - CH_3$  მეთილპროპილეთერი
- $CH_3 - O - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH} - CH_3$  მეთილიზოპროპილეთერი

- $C_2H_5 - O - C_2H_5$  დიეთილეთერი

$C_4H_{10}O$  შედგენილობის ნაერთი არსებობს 7 იზომერის სახით.

- 1)  $CH_3 - \underset{\begin{array}{c} | \\ OH \\ | \\ CH_3 \end{array}}{C} - CH_2 - CH_2 - CH_3$

- 2)  $CH_3 - CH_2 - \underset{\begin{array}{c} | \\ OH \\ | \\ CH_3 \end{array}}{C} - CH_2 - CH_3$

- 3)  $CH_3 - \underset{\begin{array}{c} | \\ OH \\ | \\ CH_3 \end{array}}{C} - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH} - CH_3$   
3 იზომერი

4. 3,5,5-ტრიმეთილჰექსან-3-ოლი

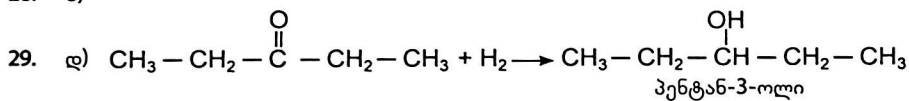
5.  $CH_3 - \underset{\begin{array}{c} | \\ OH \\ | \\ CH_3 \end{array}}{C} - CH_2 - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}}{C} - CH_3$  2,4,4-ტრიმეთილპენტან-2-ოლი

- $CH_3 - CH_2 - \underset{\begin{array}{c} | \\ OH \\ | \\ CH_3 \end{array}}{C} - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}}{C} - CH_2 - CH_3$  3,4,4-ტრიმეთილჰექსან-3-ოლი

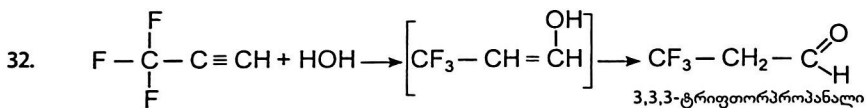
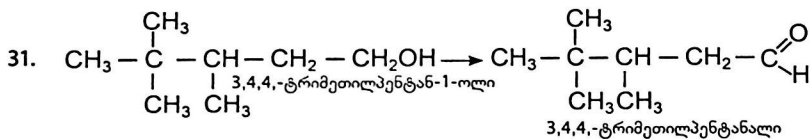




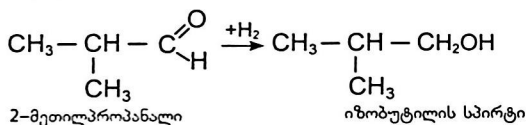
28. ბ)



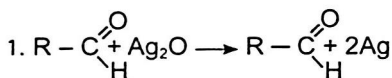
30. 2,3,3-ტრიმეთილპენტანალი



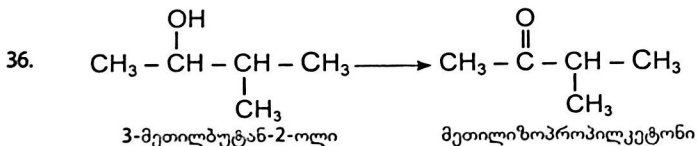
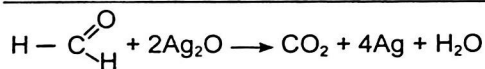
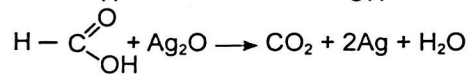
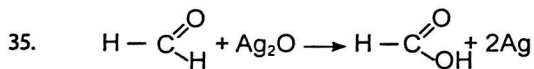
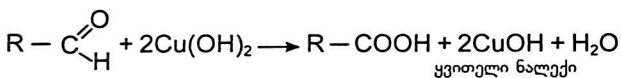
33.  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$

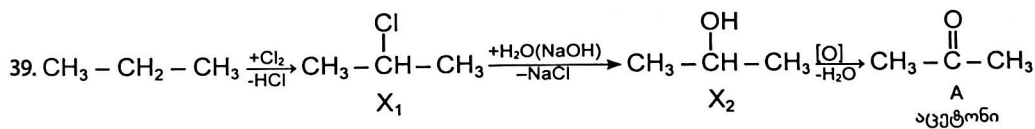
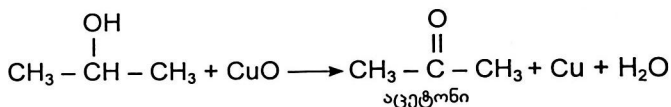
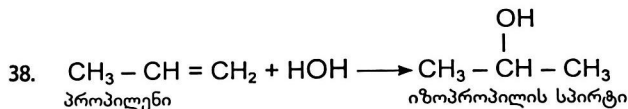
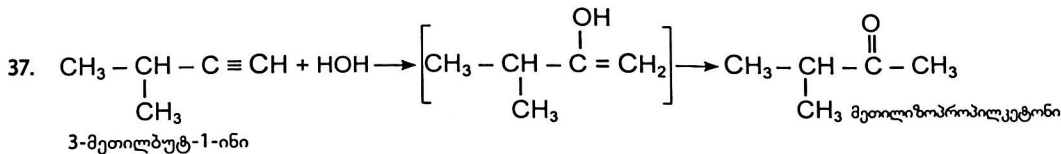


34. „ვერცხლის სარკის“ რეაქცია.



2. აღდგენის ფანგვა სპილენძის (II)-ის ჰიდროოქსიდით:





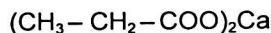
40. კარბონილის ჯგუფის ( $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ ) გავლენით ჰიდროქსილის ჯგუფის უნგბადატომზე ელექტრონული სიმკვრივე მცირდება და იგი უფრო სუსტად იკავებს წყალბადის ატომს.

41.  $(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2\text{Ca} \quad n(\text{Ca}) = \frac{8\text{გ}}{40 \text{გ/მოლი}} = 0,2 \text{ მოლი}$

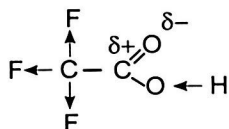
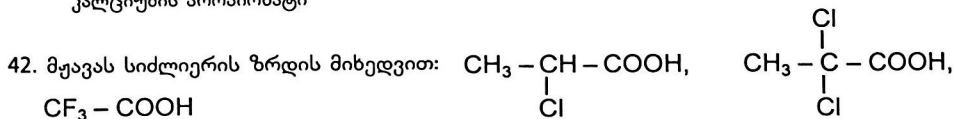
$M(\text{მარილი}) = \frac{37,2\text{გ}}{0,2\text{მოლი}} = 186 \text{ გ/მოლი}$

$M[(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COO})_2\text{Ca}] = 186 \text{ გ/მოლი}$

$n = 2$

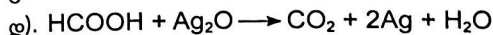
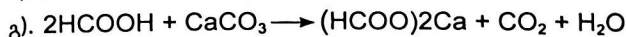
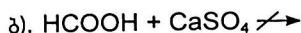


კალციუმის პროპონატი



ჰალოგენი ელექტრონაქცეპტორული ჩამნაცვლებელია. ფთორი ყველაზე ელექტროუარყოფითია.

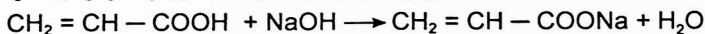
43. ბ).



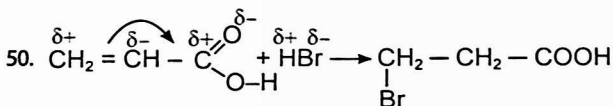
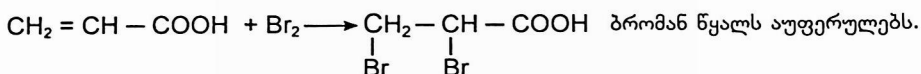
45. ბ)  
 46. დ)  
 47. გ)  
 48. გ)



აკრილმჟავა ავლენს როგორც მჟავა ბუნებას:

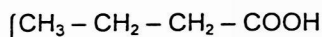


ისე უჯერი ბმის დამახასიათებელ თვისებებს:



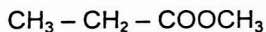
რეაქცია წარიმართება მარკოვნიკოვის წესის საპირისპიროდ, რადგან π-ბმის სიმკვერივე გადახრილია კარბოქსილის ჯგუფისკენ და უარყოფითი მუხტი ნაკლებად ჰიდრირებულ ნახშირბადაზეა.

51. გ), დ).



ბუტანმჟავა

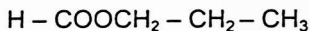
2-მეთილპროპანმჟავა



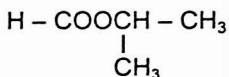
პროპიონმჟავას მეთილესტერი



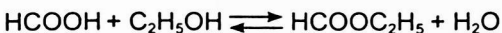
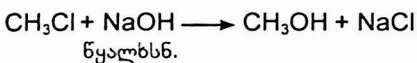
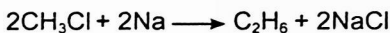
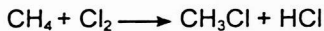
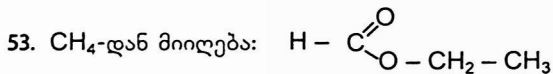
ძმარმჟავას ეთილესტერი



ჭიანჭველმჟავას პროპილესტერი



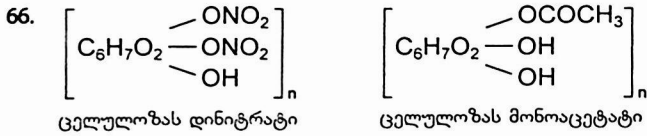
ჭიანჭველმჟავას იზოპროპილესტერი





დეთ როგორც ხაზოვანი, ისე განშტოებული აღნაგობა. ცელულოზას მაკრომოლეკულები კი ხაზოვანი აღნაგობისაა.

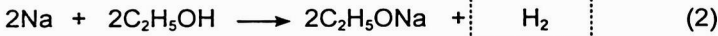
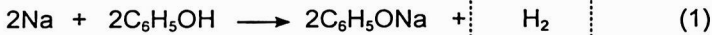
ემსგავსება ჰიდროლიზის უნარით და წარმოქმნილი ნივთიერებით – გლუკოზით.



67. ამოხსნა:

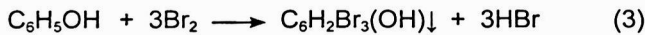
<p>მოც.: <math>V(\text{H}_2) = 672 \text{ მლ (0,672 ლ)}</math></p> <p><math>m(\text{ნალექი}) = 6,62 \text{ გ}</math></p> <hr style="width: 100%;"/> <p><math>\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = ?</math></p> <p><math>\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = ?</math></p>	<p><math>M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 94 \text{ გ/მოლი}</math></p> <p><math>M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ გ/მოლი}</math></p> <p><math>M(\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3(\text{OH})) = 331 \text{ გ/მოლი}</math></p>
---	--

მეტალურ ნატრიუმთან რეაგირებს როგორც ფენოლი, ასევე ეთანოლი:



$$n(\text{H}_2) = \frac{0,672 \text{ ლ}}{22,4 \text{ ლ/მოლი}} = 0,03 \text{ მოლი}$$

ბრომის წყალხსნართან კი რეაგირებს მხოლოდ ფენოლი:



$$n(\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3(\text{OH})) = \frac{6,62 \text{ გ}}{331 \text{ გ/მოლი}} = 0,02 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3(\text{OH})) = 0,02 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 0,02 \text{ მოლი} \cdot 94 \text{ გ/მოლი} = 1,88 \text{ გ}$$

(1) ტოლობის შესაბამისად, 0,02 მოლი ფენოლიდან მეტალური Na გამოაძევებს 0,01 მოლ  $\text{H}_2$ -ს.

0,03 – 0,01 = 0,02 მოლი  $\text{H}_2$  კი გამოაძევება (2) რეაქციის შედეგად. ამ დროს რეაქციაში შესული ეთანოლის რაოდენობა იქნება:

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 2 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,04 \text{ მოლი} \cdot 46 \text{ გ/მოლი} = 1,84 \text{ გ}$$

ფენოლისა და ეთანოლის ნარევის მასაა:

$$m = m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) + m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1,88 + 1,84 = 3,72 \text{ გ}$$

$$\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = \frac{1,88}{3,72} = 0,505 \text{ (50,5\%)}$$

$$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 49,5\%$$

68. ამოხსნა:

$$\begin{array}{l} \text{მოც.: } V(\text{აირი}) = 560 \text{ მლ (0,56 ლ)} \\ m_{\text{ხს}} = 2 \text{ მლ (0,002 ლ)} \\ C(\text{NaOH}) = 10 \text{ მოლი/ლ} \\ \hline N = ? \end{array}$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ გ/მოლი}$$

$$C = \frac{n}{V} \text{ (მოლი/ლ)}$$

$$n = C V$$

$$N(x) = \frac{n(x)}{n(\text{ნარევი})}$$

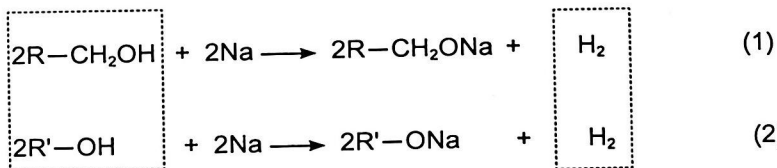
$$n(\text{H}_2) = \frac{0,560 \text{ ლ}}{22,4 \text{ ლ/მოლი}} = 0,025 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{NaOH}) = 10 \text{ მოლი/ლ} \cdot 0,002 \text{ ლ} = 0,02 \text{ მოლი}$$

არომატული სპირტის ფორმულა გამოვსახოთ  $R-CH_2OH$

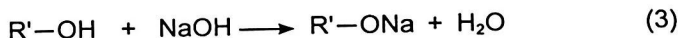
ფენოლის ჰომოლოგისა -  $R'-OH$

Na-თან რეაგირებს როგორც არომატული სპირტი, ასევე ფენოლის ჰომოლოგი:



0,025 მოლი  $H_2$  მიიღება  $2 \cdot 0,025 = 0,05$  მოლი არომატული სპირტისა და ფენოლის ნარევიდან.

NaOH-თან რეაგირებს მხოლოდ ფენოლის ჰომოლოგი:



$$n(R'-OH) = n(\text{NaOH}) = 0,02 \text{ მოლი}$$

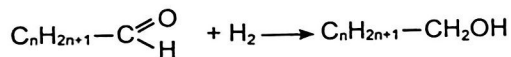
ე.ი. არომატული სპირტისა და ფენოლის 0,05 მოლ ნარევი 0,02 მოლი ფენოლის ჰომოლოგი და  $0,05 - 0,02 = 0,03$  მოლი არომატული სპირტია.

$$\text{ფენოლის ჰომოლოგის მოლური წილია: } N(\text{ფენოლის ჰომოლოგი}) = \frac{0,02}{0,05} = 0,4 \text{ (40\%)}$$

$$\text{არომატული სპირტისა: } N(\text{სპირტი}) = 0,6 \text{ (60\%)}$$

69. ამოხსნა:

$$n(\text{H}_2) = \frac{1,12 \text{ ლ}}{22,4 \text{ ლ/მოლი}} = 0,05 \text{ მოლი}$$



$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-\text{CHO}) = n(\text{H}_2) = 0,05 \text{ მოლი}$$

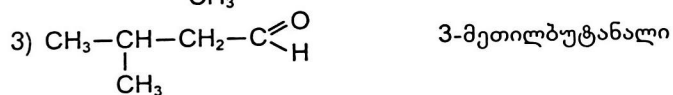
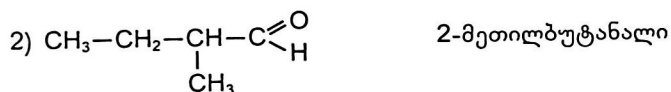
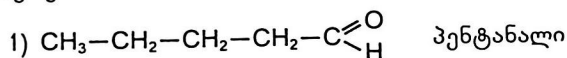
$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-\text{CHO}) = \frac{4,3 \text{ გ}}{0,05 \text{ მოლი}} = 86 \text{ გ/მოლი}$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}) = M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CHO}) - M(\text{CHO}) = 86 - 29 = 57 \text{ გ/მოლი}$$

$$14n + 1 = 57 \quad | \quad n = 4$$

ალდეჰიდის მოლეკულური ფორმულაა:  $\text{C}_4\text{H}_9-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{array}$  (პენტანალი)

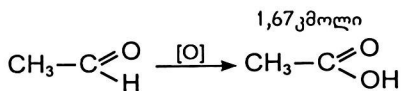
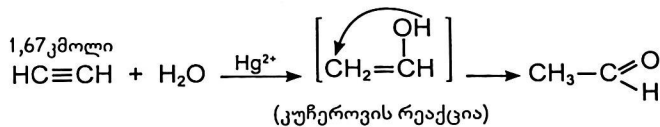
მისი იზომერებია:



70. ამოხსნა:

$$\text{მოც.: } \frac{m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 100 \text{ კგ}}{V(\text{C}_2\text{H}_2) = ?}$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ გ/მოლი} = 60 \text{ კგ/კმოლი}$$



$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{100 \text{ კგ}}{60 \text{ კგ/კმოლი}} = 1,67 \text{ კმოლი}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = 1,67 \text{ კმოლი}$$

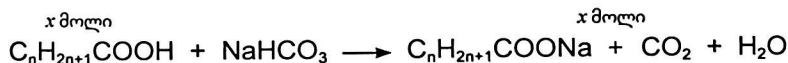
$$V(\text{C}_2\text{H}_2) = 1,67 \text{ კმოლი} \cdot 22,4 \text{ მ}^3/\text{კმოლი} = 37,4 \text{ მ}^3$$

71. ამოხსნა:

დავუშვათ ალებულია  $x$  მოლი კარბონმჟავას იზომერების ნარევი.

$$M(\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}) = 116 \text{ გ/მოლი}$$

$$n = \frac{m}{M}$$



$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}) = n(\text{CO}_2) = x \text{ მოლი}$$



$x$  მოლი კარბონმჟავას იზომერების დანვისას წარმოიქმნება  $nx$  მოლი  $\text{CO}_2$ .

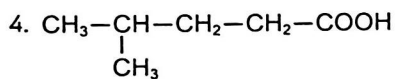
ამოცანის პირობის თანახმად:

$$\frac{nx}{x} = 6 \quad | \quad n = 6$$

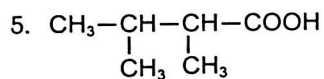
ე.ი. ალებულია  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$  (კარბონმჟავას იზომერების ნარევი).

იზომერებია:

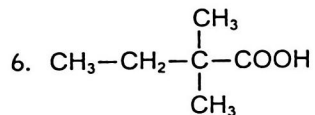
1.  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$       ჰექსანმჟავა
2.  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{COOH}$       2-მეთილპენტანმჟავა
3.  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{COOH}$       3-მეთილპენტანმჟავა



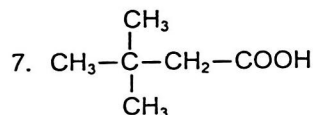
4-მეთილპენტანმჟავა



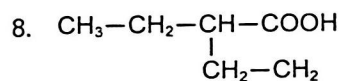
2-3-დიმეთილბუტანმჟავა



2-2-დიმეთილბუტანმჟავა



3-3-დიმეთილბუტანმჟავა



2-ეთილბუტანმჟავა

კაპრონმჟავას იზომერების ნარევის მასაა 23,2 გ, ხოლო რაოდენობა:

$$n(\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}) = \frac{23,2 \text{ გ}}{116 \text{ გ/მოლი}} = 0,2 \text{ მოლი}$$

რადგან იზომერები ნარევი ტოლი რაოდენობითი თანაფარდობითაა, თითოეული იზომერის რაოდენობა იქნება:

$$n(\text{იზომერი}) = \frac{0,2 \text{ მოლი}}{8} = 0,025 \text{ მოლი}$$

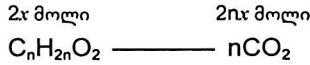
ამრიგად, აღებულია კაპრონმჟავას 8 იზომერის ნარევი – თითოეული 0,025 მოლი.

72. ამოხსნა:

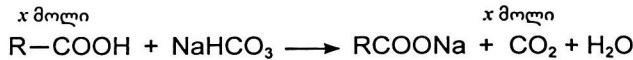
დავუშვათ, სანყის ნარევი  $x$  მოლი კარბონმჟავა და  $x$  მოლი მისი იზომერული ესტერია.

ესტერები კარბონმჟავების კლასთაშორისი იზომერებია

$2x$  მოლი მჟავასა და ესტერის ნარევის წვის შედეგად მიიღება  $2nx$  მოლი  $\text{CO}_2$ :



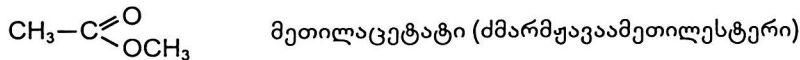
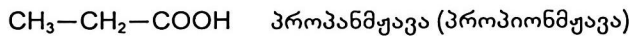
ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის ხსნართან რეაგირებს მხოლოდ კარბონმჟავა:



ამოცანის პირობის თანახმად:

$$\frac{2nx}{x} = 6 \quad | \quad n = 3$$

$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$  შედგენილობას შეესაბამება სამი იზომერი:



რადგან, ამოცანის პირობის თანახმად, ესტერი არ რეაგირებს ვერცხლის ოქსიდის ამიაკიან ხსნართან (არ შეიცავს  $\text{-C}\begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{array}$  ჯგუფს), ნარევი არაა ჭიანჭველმჟავას ესტერი.

ე.ი. აღებული იყო პროპიონმჟავა და მეთილაცეტატი:

$$M(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2) = 74 \text{ გ/მოლი}$$

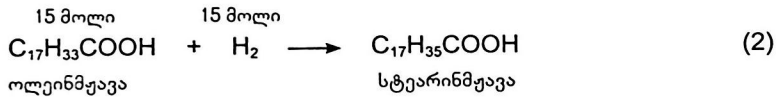
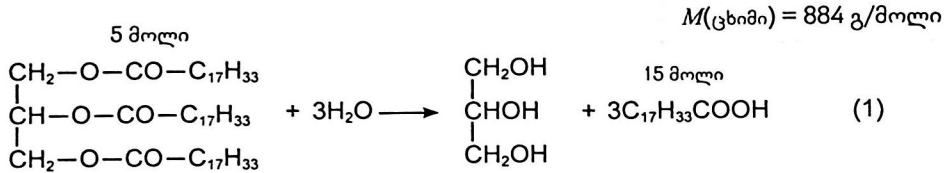
$$n(\text{ნარევი}) = \frac{33,3 \text{ გ}}{74 \text{ გ/მოლი}} = 0,45 \text{ მოლი}$$

ამრიგად, ნარევის შედგენილობაშია:

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}) = 0,225 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOCH}_3) = 0,225 \text{ მოლი}$$

73. ამოხსნა:



$$n(\text{H}_2) = \frac{336 \text{ ლ}}{22,4 \text{ ლ/მოლი}} = 15 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{ოლეინმჟევა}) = n(\text{H}_2) = 15 \text{ მოლი}$$

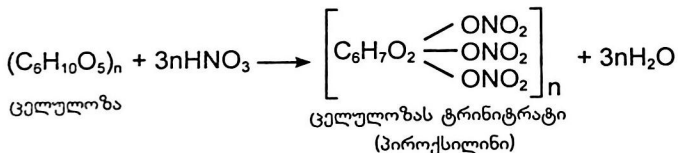
$$n(\text{ცხიმი}) = 5 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{ცხიმი}) = 5 \text{ მოლი} \cdot 884 \text{ გ/მოლი} = 4420 \text{ გ (4,42 კგ)}$$

74. ამოხსნა:

$$\begin{array}{l}
 \text{მოც.: } m(\text{ტრინიტრატი}) = 495 \text{ კგ} \\
 \omega(\text{ცელულოზა}) = 50\% (0,5) \\
 \hline
 m(\text{მერქანი}) = ?
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 M(\text{ცელულოზა}) = 162n \text{ გ/მოლი} \\
 M[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_3]_n = 297n \text{ გ/მოლი} \\
 \omega(\text{ცელულოზა}) = \frac{m(\text{ცელულოზა})}{m(\text{მერქანი})}
 \end{array}$$



$$\begin{array}{c}
 x \text{ კგ} \\
 (\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n \\
 162n \text{ კგ}
 \end{array}
 \xrightarrow{\quad}
 \begin{array}{c}
 495 \text{ კგ} \\
 M[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_3]_n \\
 297n \text{ კგ}
 \end{array}
 \quad x = \frac{495 \cdot 162n}{297n} = 270 \text{ კგ}$$

ე.ი. 495 კგ ცელულოზას ტრინიტრატის მისაღებად დაიხარჯა 270 კგ ცელულოზა.  
270 კგ ცელულოზას რა მასის ხის მერქანი შეიცავს?

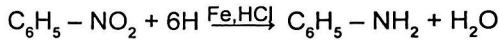
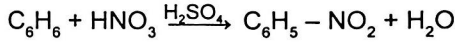
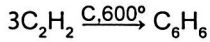
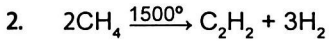
$$m(\text{მერქანი}) = \frac{m(\text{ცელულოზა})}{\omega(\text{ცელულოზა})} = \frac{270 \text{ კგ}}{0,5} = 540 \text{ კგ}$$

თავი V. აზოტბუნებრივი ორგანული ნაერთები

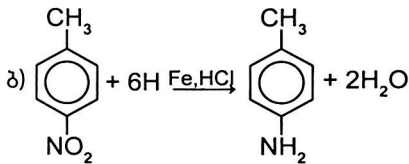
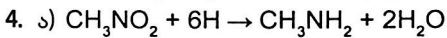
§ 26. ამინები

**შეასრულეთ**

1. დიფენილამინი, ანილინი, ამიაკი, მეთილამინი, დიმეთილამინი.



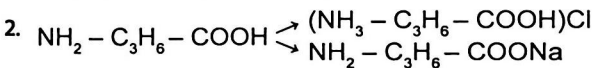
3. ნარეკს დავამატოთ მარილმუცა. ანილინი წარმოქმნის მარილს და გაიხსნება.



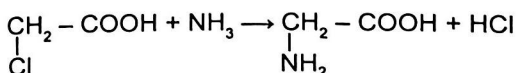
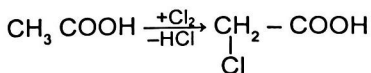
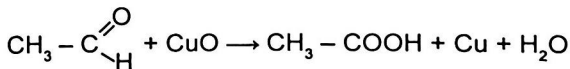
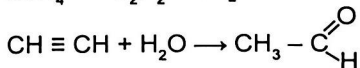
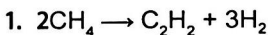
§ 27. ამინომაჟაჟები

**განაზრდეთ**

1. ორმაგი ფუნქციის ნაერთებია ნახშირწყლები: გლუკოზა, ფრუქტოზა. ასევე რქემუცა, სალიცილის მუცა და სხვ.

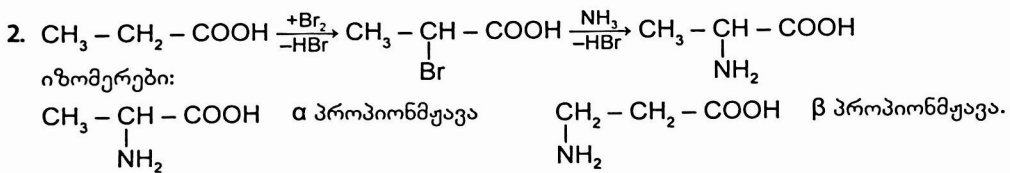


**შეასრულეთ**



ქლორძმარმუცა

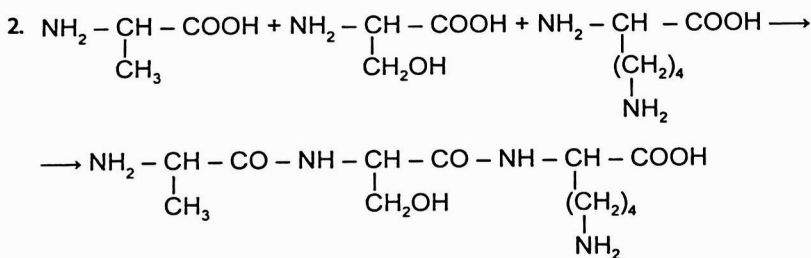
ამინოძმარმუცა



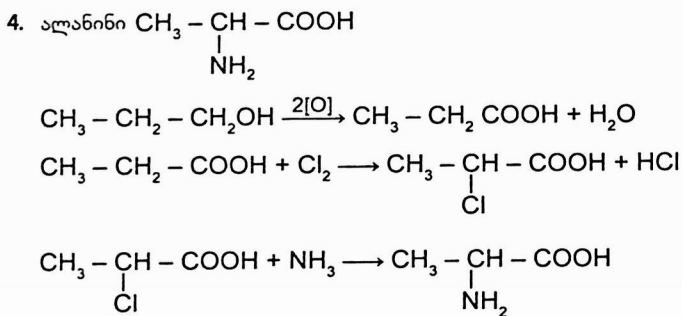
§ 28. სილაბი

**პიანზრეტი**

1. ინდიკატორის დახმარებით გავარჩევთ. გლუტამინმჟავას ხსნარს მჟავა რეაქცია ექნება, ლიზინს - ტუტე რეაქცია, ალანინს - ნეიტრალური.



3. ცისტეინი, სერინი და ალანინი    სერინი, ალანინი, ცისტეინი  
 სერინი, ცისტეინი, ალანინი    ალანინი, სერინი, ცისტეინი  
 ცისტეინი, ალანინი, სერინი    ალანინი, ცისტეინი, სერინი    6 ტრიპეპტიდი



§ 29. ჰუბეროვიჩის ნაერთები

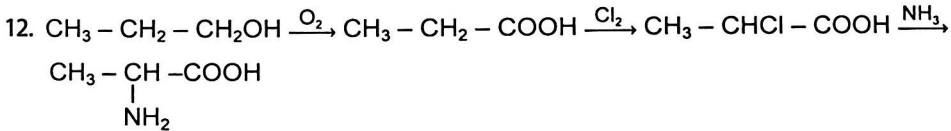
**პ. 33. 168**

1. აზოტის ელექტრონული კონფიგურაციაა  $\boxed{\uparrow\downarrow} \boxed{\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow}$   
 2s    2p

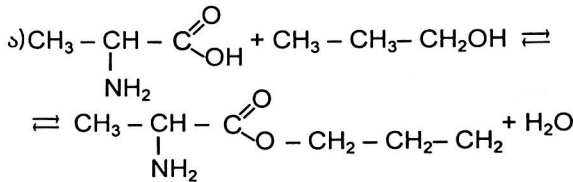
s-ორბიტალიდან ერთი ელექტრონი აღგზნების შედეგად გადადის p-ორბიტალზე და წარმოქმნის ელექტრონულ წყვილს.

1. გ)
2. დ)
3. ბ)
4. ბ)
5. ა)
6. ბ)
7. გ)
8. ბ)
9. გ)

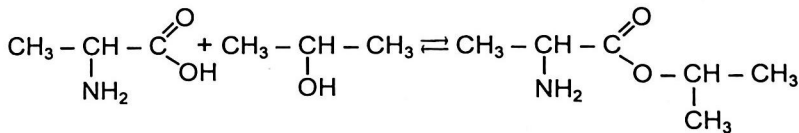
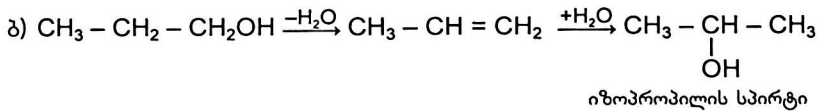
11. ანილინი აზოტის თავისუფალი ელექტრონული წყვილი გვერდულ გადაფარვაშია, ე.ი. შეუღლებულია ბენზოლის ბირთვის  $\pi$ -ელექტრონულ სისტემასთან. ამიტომ ანილინის ფუძე ბუნება შესუსტებულია.



$\alpha$  - ამინოპროპიონმჟავა

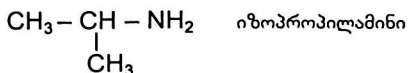
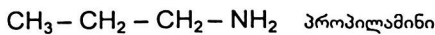


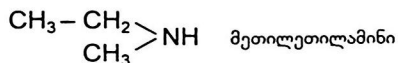
$\alpha$ -ამინოპროპიონმჟავას პროპილესტერი



$\alpha$  - ამინოპროპიონმჟავას იზოპროპილესტერი

13.  $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ -ის იზომერები





პირველადი - 2

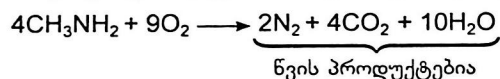
მეორეული - 1

მესამეული - 1

14. ამინოჯგუფის აზოტის თავისუფალი ელექტრონული წყვილი ანიჭებს ამინებს ფუძე ბუნებას.

15. დიფენილამინი, ფენილამინი, მეთილამინი, დიმეთილამინი, ტრიმეთილამინი.

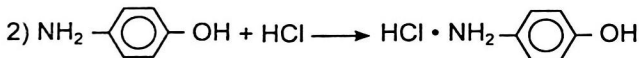
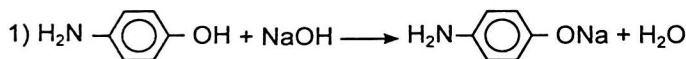
17. ამიაკისგან განსხვავებით ამინები იწვის ჰაერზე.



წვის აირებს გავატარებთ კირიან წყალში. ამინის შემთხვევაში ხსნარი აიმღვრევა.

19. ბრომიან წყალს.

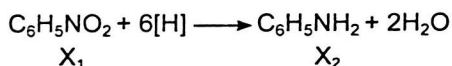
20. პარა-ამინოფენოლი ავლენს როგორც მჟავა, ისე ფუძე ბუნებას.



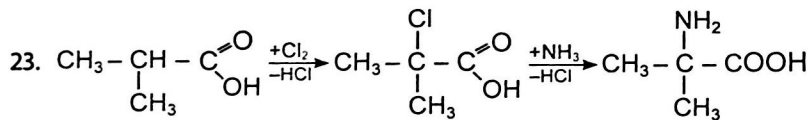
პარა-ამინოფენოლის ჰიდროქლორიდი

21. 2,4,6 — ტრიბრომანილინი

(A)

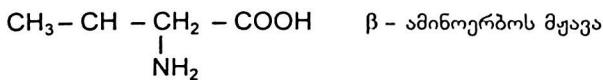
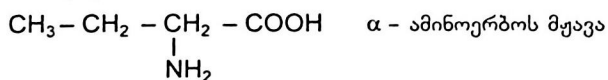


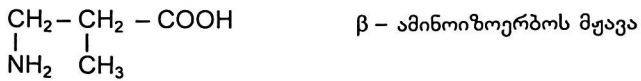
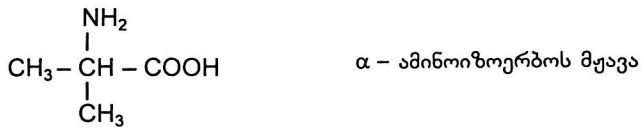
22. ამინოჯგუფის მდებარეობის და რადიკალის იზომერია.



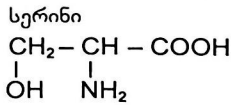
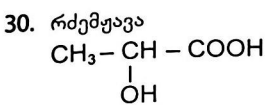
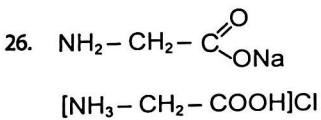
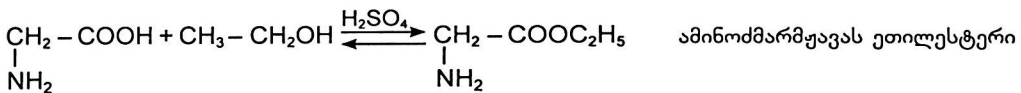
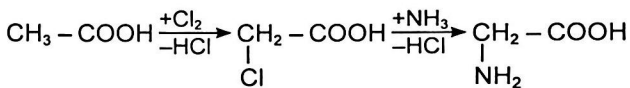
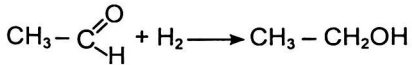
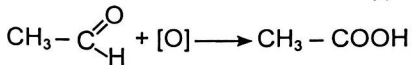
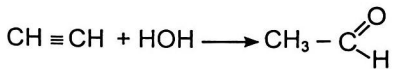
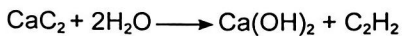
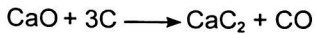
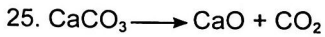
α - ამინოიზომერბოს მჟავა

იზომერები



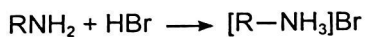


24. ამინო ჯგუფის ფუძე ბუნება ძლიერ შესუსტებულია.



31. ამონხნნა:

$$\text{მოც.: } \frac{\omega(\text{Br}) = 57,1\% (0,571)}{[\text{RNH}_3]\text{Br} = ?}$$



$$\omega(\text{Br}) = \frac{m(\text{Br})}{m([\text{RNH}_3]\text{Br})}$$

$$M([\text{R-NH}_3]\text{Br}) = \frac{m(\text{Br})}{\omega(\text{Br})} = \frac{80}{0,571} = 140 \text{ გ/მოლი}$$

$$M([\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NH}_3]\text{Br}) = 140 \text{ გ/მოლი}$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}) = 140 - (17 + 80) = 43 \text{ გ/მოლი}$$

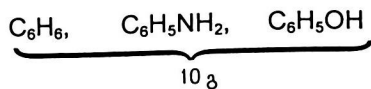
$$14n + 1 = 43 \quad | \quad n = 3$$

ამინის ფორმულაა  $\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2$ .

მისი იზომერებია:

- 1)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$  პროპილამინი
- 2)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  იზოპროპილამინი
- 3)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} > \text{NH}$  მეთილეთილამინი
- 4)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} > \text{N}$  ტრიმეთილამინი

32. ამოხსნა:



$$M([\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3]\text{Cl}) = 129,5 \text{ გ/მოლი}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 93 \text{ გ/მოლი}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 94 \text{ გ/მოლი}$$

ქლორწყალბადთან რეაგირებს ანილინი:

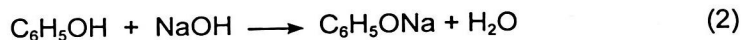


$$n([\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3]\text{Cl}) = \frac{1,3 \text{ გ}}{129,5 \text{ გ/მოლი}} = 0,01 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 0,01 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 0,01 \text{ მოლი} \cdot 93 \text{ გ/მოლი} = 0,93 \text{ გ}$$

ტუტესთან რეაგირებს ფენოლი:



$$m_{\text{სს}} = 3,35 \text{ მლ} \cdot 1,2 \text{ გ/მლ} = 4,02 \text{ გ}$$

$$m(\text{NaOH}) = 4,02 \text{ გ} \cdot 0,2 = 0,804 \text{ გ}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{0,804 \text{ გ}}{40 \text{ გ/მოლი}} = 0,02 \text{ მოლი}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{NaOH}) = 0,02 \text{ მოლი}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 0,02 \text{ მოლი} \cdot 94 \text{ გ/მოლი} = 1,88 \text{ გ}$$

საწყის ნარევეშია: 0,93 გ ანილინი ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ )

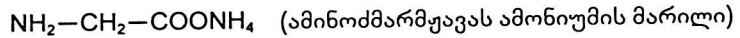
1,88 გ ფენოლი ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ )

$$10 - (0,93 + 1,88) = 7,19 \text{ გ ბენზოლი } (\text{C}_6\text{H}_6)$$

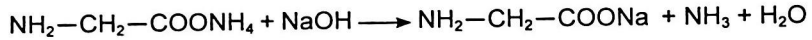
33. ამოხსნა:

$$M(\text{აირი}) = \rho V_M = 0,759 \text{ გ/ლ} \cdot 22,4 \text{ ლ/მოლი} = 17 \text{ გ/მოლი}$$

ე.ი. A ნივთიერებაზე ტუტის ხსნარის მოქმედებისას გამოყოფილი აირია ამიაკი ( $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ გ/მოლი}$ ), ხოლო სანყისი A ნივთიერებაა:



მიმდინარე რეაქციის ტოლობაა:



B ნივთიერებაა:  $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COONa}$  (ამინომმარმუჟავას ნატრიუმის მარილი)

ამრიგად, (A)  $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COONH}_4$  ( $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$ )

(B)  $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COONa}$  ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2\text{Na}$ )

34. ამოხსნა:

მოც.:  $m(\text{ნარევი}) = 20 \text{ გ}$

$V(\text{HCl}) = 4,85 \text{ ლ}$

$m'(\text{ნარევი}) = 40 \text{ გ}$

$V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 7,76 \text{ ლ}, \rho = 0,8 \text{ გ/მლ}$

$\omega(\text{CH}_3\text{NH}_2) = ?$

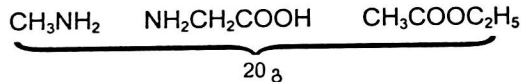
$\omega(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) = ?$

$\omega(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = ?$

$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ გ/მოლი}$

$M(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 31 \text{ გ/მოლი}$

$M(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) = 75 \text{ გ/მოლი}$

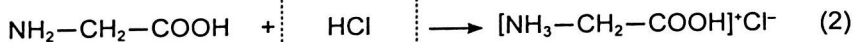
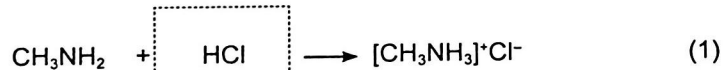


$$n(\text{HCl}) = \frac{4,85 \text{ ლ}}{22,4 \text{ ლ/მოლი}} = 0,216 \text{ მოლი}$$

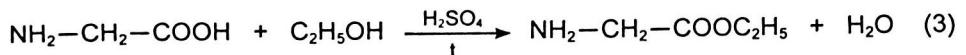
$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \rho V = 0,8 \text{ გ/მლ} \cdot 7,76 \text{ მლ} = 6,208 \text{ გ}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{6,208 \text{ გ}}{46 \text{ გ/მოლი}} = 0,135 \text{ მოლი}$$

20 გ ნარევიდან 0,216 მოლ HCl-თან რეაგირებს მეთილამინი და ამინომმარმუჟავა:



ეთანოლთან გოგირდმუჟავას თანაობისას გაცხელებით რეაგირებს ამინომმარმუჟავა:



ამოცანის პირობის თანახმად, 0,135 მოლი  $C_2H_5OH$  რეაგირებს 40 გ ნარევეში შემავალ ამინომმარმჟავასთან. ე.ი. 40 გ ნარევეში 0,135 მოლი ამინომმარმჟავაა. 20 გ ნარევეში იქნება:

$$n(NH_2CH_2COOH) = \frac{0,135 \text{ მოლი}}{2} = 0,0675 \text{ მოლი}$$

(2) ტოლობის შესაბამისად, 0,0675 მოლი ამინომმარმჟავა რეაგირებს 0,0675 მოლ HCl-თან. (1) რეაქციაში შესული HCl-ის რაოდენობა იქნება:

$$n(HCl) = 0,216 - 0,0675 = 0,148 \text{ მოლი}$$

შესაბამისად, 0,148 მოლ HCl-თან რეაქციაში შევა 0,148 მოლი მეთილამინი.

ე.ი. სანყის ნარევეშია:

$$n(CH_3NH_2) = 0,148 \text{ მოლი}$$

$$m(CH_3NH_2) = 0,148 \text{ მოლი} \cdot 31 \text{ გ/მოლი} = 4,59 \text{ გ}$$

$$n(NH_2CH_2COOH) = 0,0675 \text{ მოლი};$$

$$m(NH_2CH_2COOH) = 0,0675 \text{ მოლი} \cdot 75 \text{ გ/მოლი} = 5,06 \text{ გ}$$

$$n(CH_3COOC_2H_5) = 20 - (4,59 + 5,06) = 10,35 \text{ გ}$$

ამრიგად, ნარევეში ნივთიერებათა მასური წილია:

$$\omega(CH_3NH_2) = \frac{4,59}{20} = 0,23 \text{ (23\%)}$$

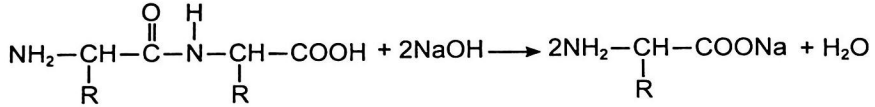
$$\omega(NH_2CH_2COOH) = \frac{5,06}{20} = 0,253 \text{ (25,3\%)}$$

$$\omega(CH_3COOC_2H_5) = \frac{10,35}{20} = 0,517 \text{ (51,7\%)}$$

35. ამოხსნა:

$$\begin{array}{l} \text{მოც.: } m(\text{დიპეპტიდი}) = 48 \text{ გ} \\ m(\text{ამინომჟავას მარილი}) = 66,6 \text{ გ} \\ \hline \text{დიპეპტიდი} = ? \end{array}$$

ენერთ დიპეპტიდის ტუტე-ჰიდროლიზის რეაქციის ტოლობას ზოგადი სახით:



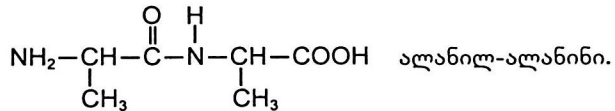
$$M(\text{დიპეპტიდი}) = (2R + 130) \text{ გ/მოლი}$$

$$M(\text{ამინომჟავას მარილი}) = (R + 96) \text{ გ/მოლი}$$

ამოცანის პირობიდან გამომდინარე:

$$\begin{array}{l} (2R + 130) \text{ გ დიპეპტიდის ტუტე-ჰიდროლიზით მიიღება } 2(R + 96) \text{ გ ამინომჟავას მარილი} \\ 48 \text{ გ „.....“ } \qquad \qquad \qquad 66,6 \text{ გ „.....“} \end{array} \left| \begin{array}{l} R = 15 \\ (\text{CH}_3) \end{array} \right.$$

ამრიგად, აღებულია დიპეპტიდი:

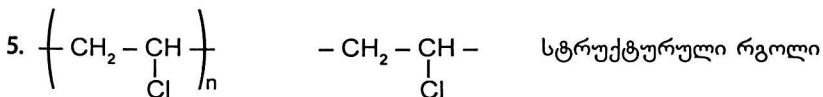
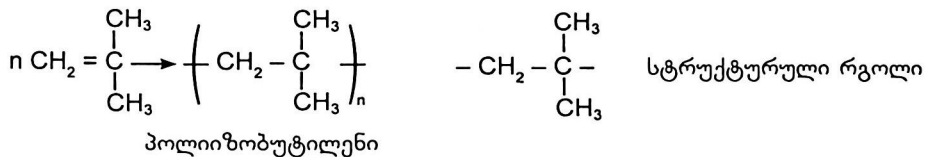


თავი VI. მაღალმოლეკულური ნაერთები

§ 31. პოლიმერების სინთეზი. პლასტმასები

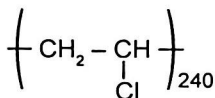
**შეასრულეთ**

2. პოლიმერის მოლეკულური მასა საშუალო სიდიდეა.
4. იზობუტილენის პოლიმერიზაციის რეაქციის ტოლობა.



პოლიქლორვინილი

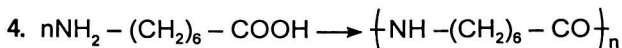
$$n = \frac{M_r}{62,5} = \frac{15000}{62,5} = 240$$



§ 32. ხალოვანი და სინთეზური ბოჭკო

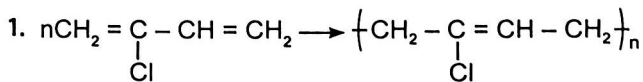
**შეასრულეთ**

1. არ ვრცელდება. პოლიკონდენსაციის რეაქციის დროს მაღალმოლეკულურ ნაერთთან ერთად მიიღება დაბალმოლეკულური ნივთიერებებიც.
2. თუ პოლიმერი ღვება მაღალ ტემპერატურაზე, ამზადებენ ნალობიდან, თუ ხსნადია – ბოჭკოს ხსნარიდან. თუ პოლიმერი უღვობი და უხსნადია, მიმართავენ ქიმიური გადამუშავების მეთოდს.
3. ბოჭკოს წარმოქმნის ხაზოვანი მაკრომოლეკულები, გვერდითი განშტოებების გარეშე.

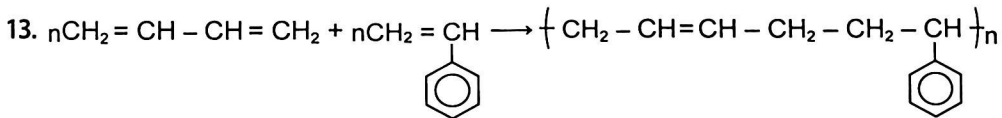
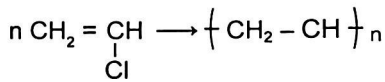
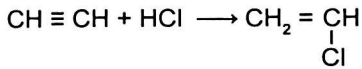
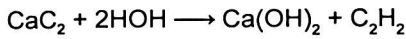


§ 33. კაუჩუკი

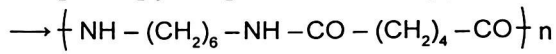
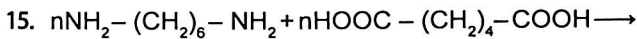
**შეასრულეთ**







14. კაპრონი, სახამებელი, ცილები, ნუკლეინმჟავები.



- NH - (CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub> - NH - CO - (CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub> - CO - ნაილონის სტრუქტურული რგოლი

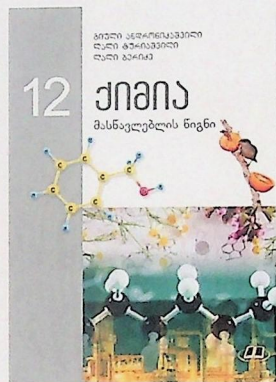
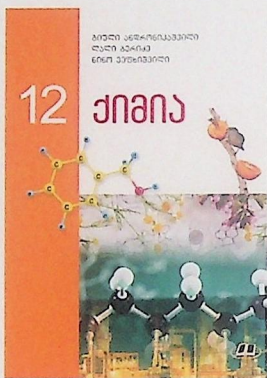
16. ნაილონის სტრუქტურულ რგოლში ორი კომპონენტის (დიამინის და დიკარბომჟავას) ნაშთებია, კაპრონიში მხოლოდ ერთი კომპონენტის - ε-ამინოკაპრონმჟავასი.

- NH - (CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub> - CO - კაპრონის სტრუქტურული რგოლი

17. ორივეს საზოვანი აღნაგობა აქვს. მაგრამ კაუჩუკის საზოვანი მაკრომოლეკულები დახვეულია გორგლებად, კაუჩუკისათვის დამახასიათებელია ელასტიკურობა. ბოჭკო ხასიათდება მაკრომოლეკულების ბოჭკოს ღერძის გასწვრივ ორიენტირებული, მოწესრიგებული განლაგებით, იგრძობა დაფეხად.

18. თუ ბოჭკო არ იხსნება არცერთ გამხსნელში, მაგრამ ღლვება გარდაქმნის გარეშე, ბოჭკოს იღებენ ნალღობიდან.

19. პოლისაქარიდი სახამებელი.



[www.klio.ge](http://www.klio.ge)

ISBN 978-9941-496-67-7

