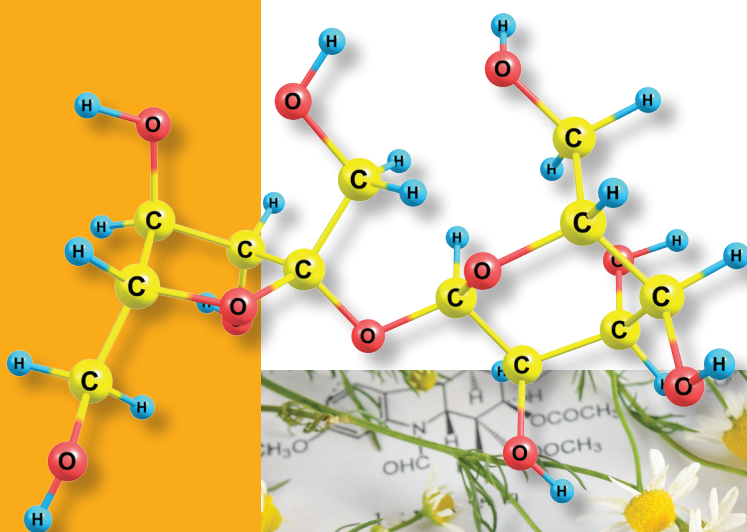


გიული ანდრონიკაშვილი
ლალი გერიძე
ნინო ვეფხიშვილი

12

ქიმია



გიული ანდრონიკაშვილი
ლალი ბერიძე
ნინო ვეფხიშვილი

12

ქიშია

მოსწავლის წიგნი



გამომცემლობა „კლიო“

გიული ანდრონიკაშვილი, ლალი ბერიძე, ნინო ვეფხიშვილი

ქიმია XII კლასი

რედაქტორი

ბადრი არზიანი, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

კომპიუტერული უზრუნველყოფა

ნანა ესართია

© გიული ანდრონიკაშვილი, ლალი ბერიძე, ნინო ვეფხიშვილი, 2024

© გამომცემლობა „კლიო“, 2024

ISBN 978-9941-496-65-3



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

ტელ.: (995 32) 234 04 30

E-mail: book@klio.ge

www.klio.ge

www.facebook.com/kliopublishing

სანიშნები

თემა I. ნახშირწყალბადების ქიმია

თავი I. ორგანულ ნაერთთა ქიმიური აღნაგობის თეორია.

ელექტრონული თეორია.....	5
1. ორგანული ქიმიის საგანი	6
2. ორგანულ ნაერთთა ქიმიური აღნაგობის თეორია	9
3. ელექტრონული ორბიტალების ჰიბრიდიზაცია ორგანულ ნაერთებში	11
4. ნახშირბადის ატომთა თავისებურებანი.....	15
5. ნახშირბადის ატომის ფორმალური მუხტისა და ჟანგვის რიცხვის განსაზღვრა ორგანულ ნაერთებში	18
6. ორგანულ რეაქციათა თავისებურებანი, რეაქციათა ტიპები.....	21

თავი II. ნახშირწყალბადები..... 25

7. ნაჯერი ნახშირწყალბადები – ალკანები.....	26
ტიპური ამოცანების ამოხსნა.....	37
8. ციკლოალკანები.....	39
9. უჯერი ნახშირწყალბადები – ალკენები.....	42
10. ალკადიენები	52
11. ალკინები.....	55
ტიპური ამოცანების ამოხსნა.....	60
12. არომატული ნახშირწყალბადები — არენები.....	62
ტიპური ამოცანების ამოხსნა.....	73
13. ნახშირწყალბადების ბუნებრივი წყაროები	75
I თემის შემავალი საგარეო მოვლი, ტესტები და ამოცანები.....	81

თემა II. ფუნქციური ჯგუფის შემცველი ორგანული ნაერთები

თავი III. ნახშირწყალბადების ჰალოგენანარმები..... 85

14. ნახშირწყალბადების ჰალოგენანარმები	86
---	----

თავი IV. ჟანგბადშემცველი ორგანული ნაერთები..... 91

ნახშირწყალბადების ჰიდროქსინარმები	92
15. ნაჯერი ერთატომიანი სპირტები (ალკანოლები).....	93
16. მრავალატომიანი სპირტები	101
17. ფენოლი	105
კარბონილური ნაერთები.....	109
18. ალდეჰიდები.....	109
19. კეტონები	115

კარბონმჟავები და მათი ნაწარმები	117
20. კარბონმჟავები	117
21. ესტერები	125
22. ცხიმები	128
ნახშირწყლები	131
23. მონოსაქარიდები	131
24. დისაქარიდები	138
25. პოლისაქარიდები	140
ტიპური ამოცანების ამოხსნა	146
IV თავის შემავამებელი სავარჯიშოები, ტესტები და ამოცანები	149
თავი V. აზოტოვარგული ორგანული ნაერთები	153
26. ამინები	154
27. ამინომჟავები	159
28. ცილები	163
29. ჰეტეროციკლური ნაერთები	168
30. ნუკლეინმჟავები	171
ტიპური ამოცანების ამოხსნა	173
V თავის შემავამებელი სავარჯიშოები, ტესტები და ამოცანები	177
თავი VI. მალაქოვარგული ნაერთები	179
31. პოლიმერების სინთეზი	180
32. ხელოვნური და სინთეზური ბოჭკო	188
33. კაუჩუკი	191
VI თავის შემავამებელი სავარჯიშოები, ტესტები და ამოცანები	194
ზოგიერთ ორგანულ ნაერთთა თვისებითი აღმომჩენი რეაქციები	195
სახელმძღვანელოში მოყვანილი ამოცანის პასუხები	196
დანართი	197

სახელმძღვანელოში გამოყენებული პირობითი ნიშნები

აქსპერიმენტი  უსაფრთხოების ნიშნები	 გაკვეთილის თემასთან დაკავშირებული კითხვა
ბაიზრათი მოცემული დავალებები სრულდება გაკვეთილზე ჯგუფურად, წყვილებში ან ინდივიდუალურად, მასწავლებლის შეხედულებით.	საინტერესოა... დამატებითი ინფორმაცია
შეასრული საშინაო დავალება სასწავლო თემის სრულყოფილად ასათვისებლად	

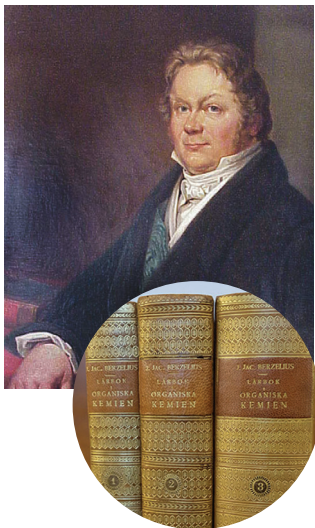
თემა I ნახშირწყადბაზების ქიმია

თავი I

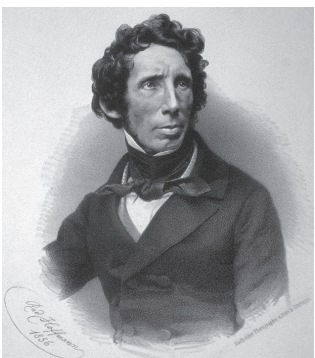
ორგანულ ნაერთთა ქიმიური აღნაგობის თეორია ელემენტური თეორია

ამ თავის შესწავლისას გაცნობით:

- ორგანული ქიმიის ჩამოყალიბების ისტორიას;
- ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების მსგავსებასა და განსხვავებას;
- ორგანული ნაერთების გავლენას ადამიანის ცხოვრების ყველა სფეროზე;
- ორგანულ ნაერთთა აღნაგობის თეორიის ძირითად დებულებებს; იზომერიის ცნებასა და მის მნიშვნელობას;
- ატომთა სივრცეში განლაგებასა და ელექტრონული სტრუქტურის გავლენას ორგანულ ნივთიერებათა თვისებებზე;
- ორგანული ნივთიერებების შესწავლის აუცილებლობას;
- ორგანულ ნაერთთა სიმრავლისა და მრავალფეროვნების მიზეზებს.



სურ. 1. იენს იაკობ ბერცელიუსი (1779-1848), შვედი ქიმიკოსი. ტერმინი „ორგანული ქიმია“ მეცნიერებაში დამკვიდრდა მას შემდეგ, რაც ბერცელიუსმა 1827 წელს შექმნა ორგანული ქიმიის პირველი სახელმძღვანელოები.



სურ. 2. ფრიდრიხ ვიოლერი (1800-1882), გერმანელი ქიმიკოსი

ნივთიერებათა კლასიფიკაციის პირველი ცდა იყო მათი დაყოფა მინერალურ, მცენარეულ და ცხოველურ ნივთიერებებად. ეს კლასიფიკაცია ხანგრძლივი დროის განმავლობაში უცვლელი რჩებოდა.

XVIII საუკუნის მეორე ნახევრიდან დაიწყო მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნივთიერებების ინტენსიური შესწავლა. ქიმიკოსებმა მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმებიდან გამოყვეს მთელი რიგი ნივთიერებები, მაგალითად, მჟაუნმჟავა (გვხვდება მცენარეებში), რძემჟავა, ლიმონმჟავა, გლიცერინი და სხვ. მაგრამ ვერ დაადგინეს, რატომ განსხვავდება მკვეთრად ეს ნივთიერებები მინერალური ნივთიერებებისაგან. ფრანგმა მეცნიერმა ანტუან ლავუაზიემ შეიმუშავა ნივთიერებების შედგენილობის განსაზღვრის რაოდენობრივი მეთოდები და ექსპერიმენტის საფუძველზე დაადგინა, რომ მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნივთიერებების შედგენილობა, დაახლოებით, ერთნაირია, ისინი შედგება ნახშირბადის, წყალბადისა და ჟანგბადისაგან. ზოგიერთი მათგანი შეიცავს, აგრეთვე, აზოტსა და ფოსფორს. შეიქმნა მცენარეულ და ცხოველურ ნივთიერებათა ცალკე შესწავლის აუცილებლობა.

1808 წელს შვედმა ქიმიკოსმა ი. ბერცელიუსმა (სურ. 1) წამოაყენა წინადადება, რომ **ცოცხალი ორგანიზმებიდან მიღებული ნივთიერებებისათვის ეწოდებინათ ორგანული ნივთიერებები**, ხოლო მათი შემსწავლელი მეცნიერებისათვის – **ორგანული ქიმია**.

XIX საუკუნის მეცნიერთა შორის განსაკუთრებული პოპულარობით სარგებლობდა მოძღვრება „სასიცოცხლო ძალის“ შესახებ ანუ ვიტალისტური თეორია, რომლის მიხედვითაც ორგანული ნაერთები წარმოიქმნება მხოლოდ ცოცხალ ორგანიზმებში განსაკუთრებული „სასიცოცხლო ძალის“ (ლათ. vis vitalis) გავლენით. ამიტომ მათი მიღება შეუძლებელია ლაბორატორიული გზით.

მიუხედავად იმისა, რომ ვიტალისტური თეორია ამუხრუჭებდა ორგანული ქიმიის განვითარებას, თანდათან გროვდებოდა დიდძალი ექსპერიმენტული მასალა ორგანულ ნაერთთა შედგენილობისა და თვისებების შესახებ.

XIX საუკუნის 20-იან წლებში გერმანელმა ქიმიკოსმა, ი. ბერცელიუსის მოსწავლემ **ფ. ვიოლერმა** (სურ. 2) არაორგანული ნივთიერებებიდან დაასინთეზა შარდოვანა (წარმოიქმნება ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმში).

ვიოლერის ამ აღმოჩენებს მოჰყვა ორგანული სინთეზების მთელი სერია. 1845 წელს გერმანელმა ქიმიკოსმა ა. კოლბემ სინთეზური გზით მიიღო ძმარმჟავა. 1894 წელს ფრანგმა ქიმიკოსმა პ. ბერტლომ დაასინთეზა ცხიმები, ხოლო 1861 წელს რუსმა ქიმიკოსმა ა. ბუტლეროვმა – ნახშირწყლები.

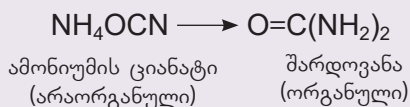


სურ. 3. ვიოლერის გარდაცვალების 100 წლისთავისადმი მიძღვნილი გერმანული საფოსტო მარკა

ფრიდრიხ ვიოლერის აღმოჩენა

არაორგანული ნივთიერებიდან ორგანული ნივთიერების სინთეზი პირველად 1828 წელს განახორციელა ფრიდრიხ ვიოლერმა. მან მისწერა თავის მასწავლებელს ბერცელიუსს „უნდა მოგახსენოთ, რომ შემოიძლია შარდოვანას მიღება ადამიანის, ძაღლის ან სხვა ცხოველის თირკმლების გარეშე...“ ის გულისტკივილს გამოთქვამდა, რომ გახდა მეცნიერებაში უდიდესი „ტრაგედიის“ მოწმე – მშვენიერი ჰიპოთეზის (იგულისხმება ვიტალისტური თეორია) დასამარებისა ამ ფაქტით.

ფ. ვიოლერმა არაორგანული ნივთიერების ამონიუმის ციანატის წყალხსნარის აორთქლებისას ატომთა გადაჯგუფების შედეგად, მიიღო ორგანული ნივთიერება შარდოვანა – ცხოველების შარდის კომპონენტი. ამონიუმის ციანატი და შარდოვანა სტრუქტურული იზომერებია.



„ვიოლერის სინთეზი“ იყო მნიშვნელოვანი აღმოჩენა, რადგან ბიოარაორგანული ნივთიერებიდან ქიმიურ ლაბორატორიაში განხორციელებული ორგანული ნივთიერების მიღება უარყოფდა ვიტალისტურ თეორიას.

სინთეზების ამ ჯაჭვმა მთლიანად გააცამტვერა წარმოდგენები „სასიცოცხლო ძალის“ შესახებ და შექმნა საფუძველი ახალი მეცნიერული თეორიის შესაქმნელად.

XIX საუკუნის შუა წლებში გერმანელმა ქიმიკოსმა ა. კეკულემ ორგანული ქიმია განსაზღვრა, როგორც **ნახშირბადის ნაერთთა ქიმია**. ასეთი განმარტება სრულყოფილი არაა, რადგან ნახშირბადის შემცველი მრავალი ნაერთი (ნახშირმჟავა და მისი მარილები, ნახშირბადის ოქსიდები) მიეკუთვნება არაორგანულ ნაერთებს, რადგან ავლენს არაორგანული ნაერთებისათვის დამახასიათებელ თვისებებს.

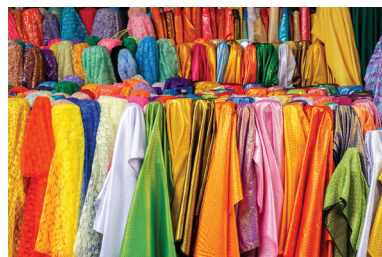
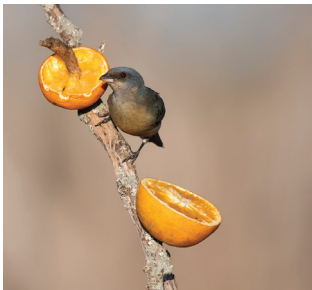
მოგვიანებით, 1889 წელს გერმანელმა ქიმიკოსმა კარლ შორლემერმა ორგანულ ქიმიას **ნახშირწყალბადებისა და მათი ნაწარმების ქიმია** უწოდა.

დღეისათვის გამოიყენება როგორც ერთი, ისე მეორე განმარტება.

ამრიგად:

ორგანული ქიმია შეისწავლის ნახშირბადის შემცველ ნაერთებს – ნახშირწყალბადებსა და მათ ნაწარმებს.

ორგანული ქიმია ახალგაზრდა მეცნიერებაა, თუმცა ორგანულ ნივთიერებებს და მათ გარდაქმნებს ადამიანი უხსოვარი დროიდან იცნობდა და იყენებდა: ყურძნის წვენიდან ღებულობდნენ ღვინოს, მარცვლეულიდან – ლუდს, მცენარეებიდან



გამოყოფდნენ ბუნებრივ საღებრებს, ეთერზეთებს, ცხიმებს, სამკურნალო საშუალებებს და სხვ.

ტერმინმა „ორგანული ქიმია“ დღეისათვის უფრო ფართო მნიშვნელობა შეიძინა, ვიდრე თავდაპირველად ჰქონდა. ამჟამად ორგანული ქიმია მოიცავს არა მხოლოდ ცოცხალ ორგანიზმებში შემავალ ნივთიერებებს, არამედ სინთეზის გზით მიღებულ ნივთიერებებსაც, რომელთაც არავითარი კავშირი არა აქვს ცოცხალ ბუნებასთან, მაგრამ ავლენენ ორგანული ნაერთებისათვის დამახასიათებელ თვისებებს.

ორგანული ქიმია საფუძველია მრეწველობის მრავალი დარგის – სათბობის, საღებრების, ასაფეთქებელი ნივთიერებების, სინთეზური კაუჩუკის, ქიმიური ბოჭკოს, პლასტმასების, ორგანული სასუქების, შხამქიმიკატების, ვიტამინების, სამკურნალო პრეპარატების წარმოებისა და სხვ.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ორგანულ ქიმიას ბიოლოგიისა და მედიცინისათვის. ჩვენ ვცხოვრობთ ორგანულ ნაერთთა გარემოცვაში და ნივთიერებათა ცვლა, რომელიც საფუძველად უდევს სასიცოცხლო პროცესებს, უმთავრესად ორგანულ ნაერთთა გარდაქმნებს წარმოადგენს. თანამედროვე ორგანული ქიმიის საფუძველზე ჩამოყალიბდა ახალი მეცნიერული მიმართულება – ბიოორგანული ქიმია, რომელიც სწავლობს სასიცოცხლო პროცესებში მონაწილე ორგანულ ნაერთთა (ცილები, ნახშირწყლები, ლიპიდები, ჰორმონები და სხვ.) აღნაგობას, თვისებებს და ახდენს ბიოლოგიური პროცესების მოდელირებას.

ჩვენი სხეული და ყველა ცოცხალი ორგანიზმი ორგანული ნაერთებისგან შედგება. ორგანული ნაერთები ჩვენი ყოველდღიური ცხოვრების განუყოფელი ნაწილია.

ბაიზრათ

1. დაასახელეთ, ყოფაცხოვრებაში გამოყენებული ნივთიერებებიდან რომელია ორგანული და რომელი — არაორგანული.
2. დაასახელეთ მაგალითები, რომლებიც ადასტურებს ორგანული და არაორგანული ნაერთების ერთიანობას.

შეასრულეთ

1. რომელი ქიმიური რეაქციებით შეიძლება ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების ერთმანეთისგან განსხვავება?

2 ორგანულ ნაერთთა ქიმიური აღნაგობის თეორია

XIX საუკუნის 50-იანი წლებისათვის ორგანულ ქიმიაში მრავალი ბუნებრივი და სინთეზურად მიღებული ნივთიერება იყო ცნობილი. საჭირო გახდა ისეთი თეორიის შემუშავება, რომელიც სისტემაში მოიყვანდა დაგროვილ მასალას, განაზოგადებდა და დაუკავშირებდა ერთმანეთს ცალკეულ ფაქტებს. ასეთი თეორიის არარსებობა აფერხებდა ორგანული ქიმიის შემდგომ განვითარებას.

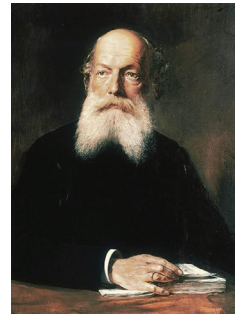
XIX საუკუნის 60-იან წლებში შეიქმნა ორგანულ ნაერთთა ქიმიური აღნაგობის თეორია, რომელიც ორგანული ქიმიის თეორიულ საფუძველს შეადგენს. მის შექმნაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს გერმანელმა ქიმიკოსმა ფ. კეკულემ, შოტლანდიელმა ქიმიკოსმა ა. კუპერმა, რუსმა ქიმიკოსმა ა. ბუტლეროვმა. ფ. კეკულემ და ა. კუპერმა დაადგინეს ნახშირბადის ოთხვალენტიანობა ორგანულ ნაერთებში, ასევე გამოთქვეს მოსაზრება ნახშირბადატომთა ერთმანეთთან ჯაჭვურად შეერთების უნარზე. ფ. ვიოლერმა და ი. ლიბიხმა აღმოაჩინეს იზომერიის მოვლენა. ა. ბუტლეროვმა ექსპერიმენტის საფუძველზე ახსნა იზომერიის მოვლენის არსი და მიუთითა მოლეკულის აგებულება-თვისებების ურთიერთკავშირზე.

ქიმიური აღნაგობის თეორიის ძირითადი არსი შეიძლება ჩამოყალიბდეს შემდეგი დებულებების სახით:

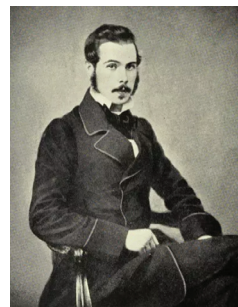
1. მოლეკულებში ატომები განლაგებულია არა უწყვეტად, არამედ ერთმანეთთან შეერთებულია გარკვეული თანმიმდევრობით, მათი ვალენტობის შესაბამისად. **ატომთა შეერთების რიგს ქიმიური აღნაგობა ეწოდება.**
ორგანულ ნაერთთა მოლეკულებში ნახშირბადის ვალენტობა ყოველთვის 4-ის ტოლია.
2. ნივთიერებათა თვისებები დამოკიდებულია არა მხოლოდ იმაზე, თუ რომელი ელემენტის ატომები და რა რაოდენობით შედის მათი მოლეკულების შემადგენლობაში, არამედ მოლეკულაში ატომთა შეერთების თანმიმდევრობაზეც, ე.ი. მოლეკულის ქიმიურ აღნაგობაზე.
3. მოლეკულის წარმომქმნელი ატომები ან ატომთა ჯგუფები ერთმანეთზე ახდენენ გავლენას, რაზეც დამოკიდებულია მოლეკულების რეაქციისუნარიანობა. ერთმანეთთან უშუალოდ დაკავშირებულ ატომთა ურთიერთგავლენა უფრო ძლიერია.

ამრიგად:

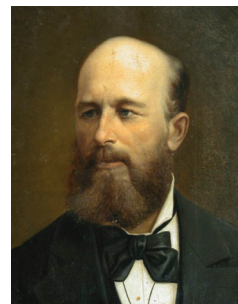
ორგანულ ნაერთთა ქიმიური აღნაგობის თეორია არის მოძღვრება ორგანულ ნაერთთა მოლეკულებში ატომთა შესაძლო განლაგებისა და ურთიერთგავლენის შესახებ.



სურ. 1. ფრიდრიჰ კეკულე (1829-1896), გერმანელი ქიმიკოსი



სურ. 2. არჩიბალდ კუპერი (1831-1891), შოტლანდიელი ქიმიკოსი



სურ. 3. ალექსანდრე ბუტლეროვი (1828-1886), რუსი ქიმიკოსი

ამ თეორიის საფუძველზე დაიწყო ორგანული ქიმიის, როგორც მეცნიერების დამოუკიდებელი დარგის სწრაფი განვითარება. მან ახსნა არა მარტო იმ დროისათვის ცნობილ ორგანულ ნაერთთა მოლეკულების აღნაგობა და თვისებები, არამედ შესაძლებელი გახადა მრავალი ახალი ნივთიერების წინასწარმეტყველება და მათი სინთეზის გზების ძიება.

ორგანული ქიმიის შემდგომი განვითარების პროცესში ქიმიური აღნაგობის თეორია შეივსო **სივრცითი** (სტერეოქიმიური) და **ელექტრონული** აღნაგობის თეორიებით. სივრცითი აღნაგობის თეორია შეისწავლის ორგანულ ნაერთთა მოლეკულებში ატომთა სივრცით განლაგებას. ელექტრონული აღნაგობის თეორია კი არკვევს მოლეკულაში ატომთა შორის ქიმიური ბმების ხასიათს, ხსნის ატომთა ურთიერთგავლენის არსს და ამა თუ იმ ქიმიური თვისების გამოვლენის მიზეზს.

გაიაზრეთ

1. რაში მდგომარეობს ორგანულ ნაერთთა ქიმიური აღნაგობის თეორიის ძირითადი არსი? აღნაგობის თეორიის რომელი დებულების დასაბუთება შეგიძლიათ სათანადო მაგალითების მოყვანით?
2. ვალენტობისადმი ჩვეულებრივი მიდგომით, როგორი ვალენტობა უნდა მიგვეწერა ნახშირბადისათვის ნაერთებში – C_2H_6 , C_2H_4 , C_6H_6 ? როგორია სინამდვილეში ნახშირბადის ვალენტობა ყველა ორგანულ ნაერთში? როგორ ახსნით ამ შეუსაბამობას?

3 ელექტრონული ორბიტალების ჰიბრიდიზაცია ორბიტალ ნაერთებში

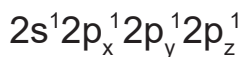
ორგანულ ნაერთთა მოლეკულები წარმოადგენს გარკვეული თანმიმდევრობით ერთმანეთთან კოვალენტური ბმებით დაკავშირებულ ატომთა ერთობლიობას, რომელშიც ძირითადია ნახშირბადის ატომები.

გავიხსენოთ ნახშირბადის ატომის გარე ენერგეტიკული დონის ორბიტალებზე სავალენტო ელექტრონების განაწილება ძირითად და აღგზნებულ მდგომარეობაში (სურ.1, 2):



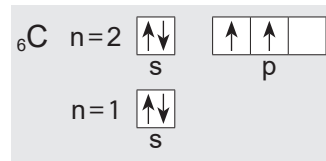
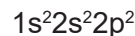
სურ. 2. ნახშირბადის ატომის გარე ენერგეტიკული დონის ორბიტალებზე სავალენტო ელექტრონების განაწილება ძირითად და აღგზნებულ მდგომარეობაში

ნახშირბადის აღგზნებული ატომის სავალენტო შრეზე ოთხი გაუწყვილებელი ელექტრონის ($\cdot\dot{\text{C}}\cdot$) არსებობა მის ოთხვალენტურობას განაპირობებს. შესაბამისი ელექტრონული კონფიგურაცია ასე გამოისახება:



საიდანაც ჩანს, რომ ნახშირბადის ატომში კოვალენტური ბმების წარმოქმნაში მონაწილე ელექტრონები სხვადასხვა ბუნებისაა: ერთი ელექტრონი s-ორბიტალზე, სამი კი ურთიერთმართობულად განლაგებულ p-ორბიტალებზეა. შედეგად უნდა წარმოქმნას არატოლფასი ბმები, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდება ელექტრონული ღრუბლების გადაფარვის ხარისხით და სივრცეში განლაგებით. ე.ი. უნდა განსხვავდებოდეს წარმოქმნილი ბმის თვისებებითაც, რაც ექსპერიმენტულად არ დადასტურდა.

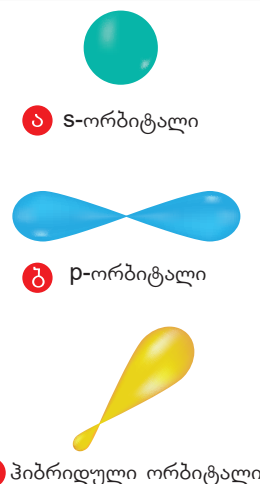
ამ მოვლენის ასახსნელად ამერიკელმა **ლაინუს პოლინგმა** მეცნიერებაში შემოიტანა წარმოდგენა ელექტრონული ღრუბლების (ორბიტალების) ჰიბრიდიზაციის შესახებ. ლ. პოლინგის მიხედვით, ბმის წარმოქმნაში მონაწილეობს სანყისი ორბიტალების შერევით მიღებული ჰიბრიდული ორბიტალები. წარმოქმნილი ჰიბრიდული ორბიტალების რიცხვი ჰიბრიდიზაციაში მონაწილე სანყისი ორბიტალების რიცხვის ტოლია. ჰიბრიდიზაციაში მონაწილეობს ენერგიებით ერთმანეთისაგან მცირედ განსხვავებული (ერთი ენერგეტიკული დონის სხვადასხვა ქვედონის) ორბიტალები. შედეგად მათი ენერგიების გასაშუალება ხდება, რაც ელექტრონული ღრუბლის ფორმის შეცვლაში გამოიხატება (სურ.3). ჰიბრიდული ორბიტალი ასიმეტრულია, აქვს ერთ მხარეს



სურ. 1. ნახშირბადის ელექტრონული და ელექტრონულ-გრაფიკული ფორმულა

► გაიხსენოთ!

ელექტრონული წყვილის გათიშვაზე დახარჯული ენერგია ანაზღაურდება იმ ენერგიის ხარჯზე, რომელიც გამოიყოფა წარმოქმნილი გაუწყვილებელი ელექტრონებით ქიმიური ბმების წარმოქმნისას.



სურ. 3. ორბიტალების სქემატური გამოსახვა

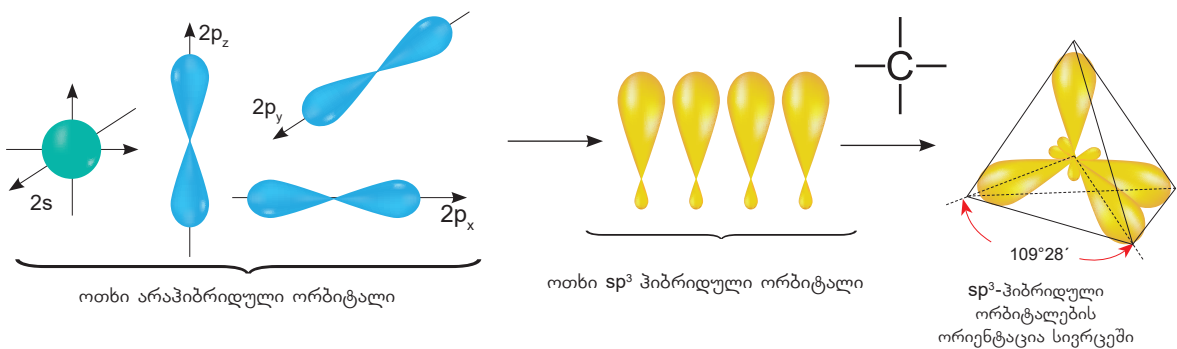
განწეილი რვიანის ფორმა. ბუნებრივია, ასეთი ორბიტალებით ბმის დამყარებისას არაჰიბრიდულ ორბიტალებთან შედარებით გადაფარვის ხარისხი მეტია. შედეგად ჰიბრიდული ორბიტალებით უფრო მტკიცე ბმები მყარდება.

ამრიგად:

ჰიბრიდიზაცია არის განსხვავებული ფორმისა და ენერგიის ატომური ორბიტალების ერთმანეთთან შერევა ერთნაირი ფორმისა და ენერგიის ორბიტალების წარმოქმნით.

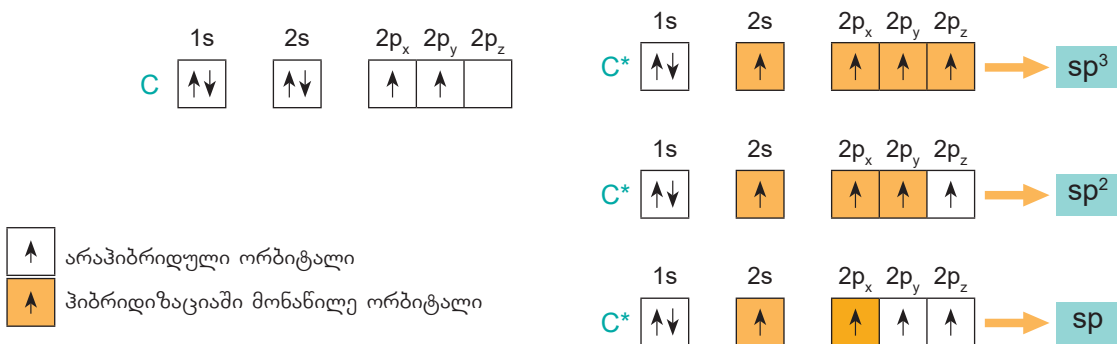
ერთი s - და სამი p -ორბიტალის ჰიბრიდიზაციით წარმოქმნილი ოთხი ჰიბრიდული ორბიტალი, სივრცეში მაქსიმალური ურთიერთგანზიდვის გამო, მიმართულია ტეტრაედრის წვეროებისაკენ. კუთხე მათ შორის $109^{\circ}28'$ -ია. ჰიბრიდიზაციის ამ სახეს **sp^3 -ჰიბრიდიზაცია** ეწოდება (სურ. 4).

ტეტრაედრის წვეროებისაკენ მიმართული ოთხი sp^3 -ჰიბრიდული ორბიტალით ნახშირბადი კოვალენტურ σ -ბმებს ამყარებს ნახშირბადის ან სხვა ელემენტის (მაგალითად, წყალბადის, ჟანგბადის და სხვ.) ატომებთან.



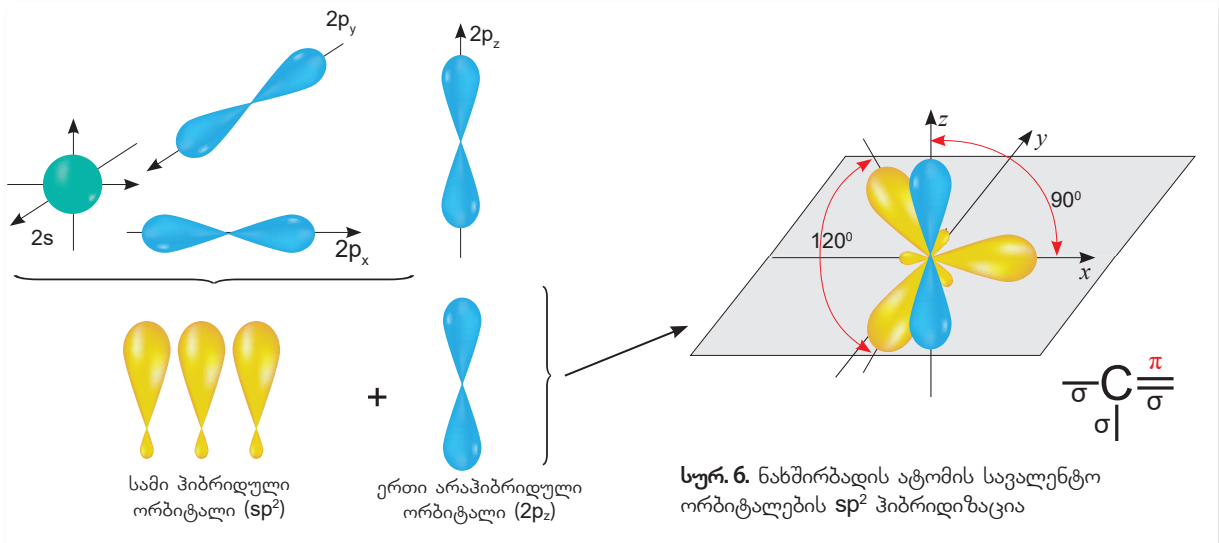
სურ. 4. ნახშირბადის ატომის სავალენტო ორბიტალების sp^3 ჰიბრიდიზაცია

ჰიბრიდიზაციაში ყოველთვის მონაწილეობს s -ორბიტალი, p -ორბიტალებიდან კი შეიძლება მონაწილეობდეს მხოლოდ ნაწილი (სურ. 5).

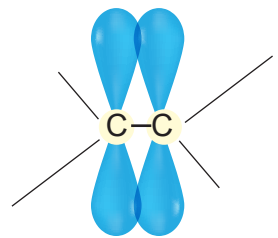


სურ. 5. ნახშირბადის ელექტრონულ-გრაფიკული ფორმულები

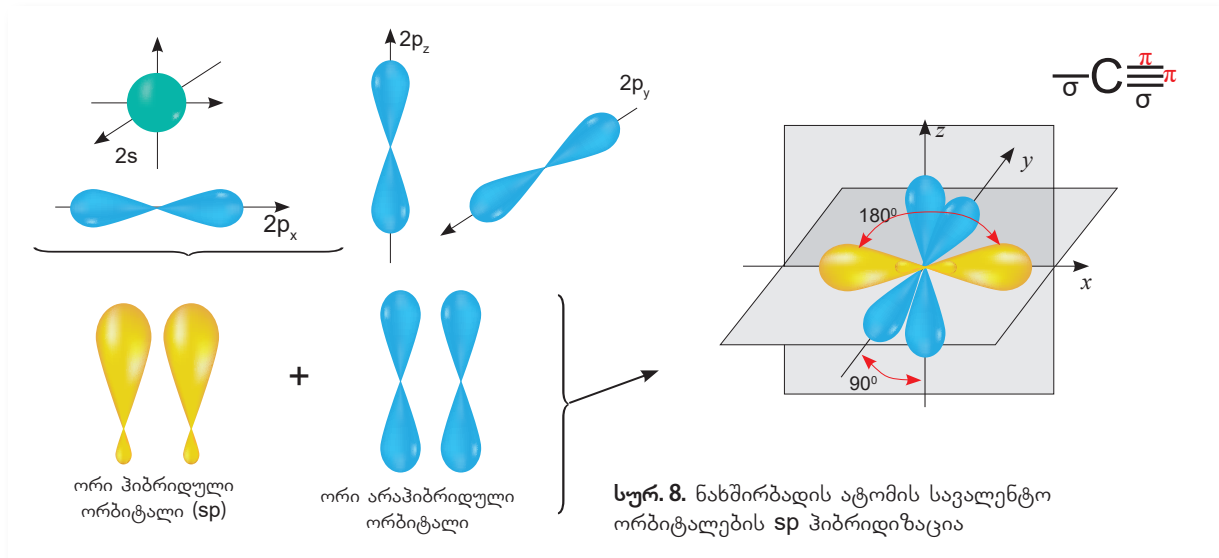
თუ ჰიბრიდიზაციაში მონაწილეობს ერთი s- და ორი p-ორბიტალი, წარმოიქმნება სამი ჰიბრიდული ორბიტალი, რომლებიც ერთმანეთისგან მაქსიმალური დაცილებით, 120° -იანი კუთხით განლაგდება ერთ სიბრტყეში. ჰიბრიდიზაციის ამ სახეს **sp²-ჰიბრიდიზაცია** ეწოდება (სურ. 6).

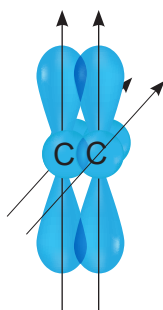


წარმოქმნილი სამი sp^2 -ჰიბრიდული ორბიტალით ნახშირბადი სამ σ -ბმას ამყარებს სხვა ატომებთან ერთ სიბრტყეში. მას რჩება ერთი p-ორბიტალი, რომელიც ინარჩუნებს მოცულობითი რვიანის ფორმას, იგი განლაგდება სიბრტყის მართობულად და მეზობელი ნახშირბადის (ან ჟანგბადის) ატომის p-ორბიტალთან გვერდული გადაფარვით წარმოქმნის π -ბმას (სურ. 7).



თუ ჰიბრიდიზაციაში მონაწილეობს ერთი s- და ერთი p-ორბიტალი, ჰიბრიდიზაციის ამ სახეს ეწოდება **sp-ჰიბრიდიზაცია**. წარმოქმნილი ორი ჰიბრიდული ორბიტალი, მაქსიმალური ურთიერთგანზიდვის გამო, ლაგდება ურთიერთსაპირისპირო მიმართულებით, ერთმანეთის მიმართ 180° -ით და ორ σ -ბმას ახორციელებს სხვა ატომებთან (სურ. 8).





სურ. 9. π -ბმების წარმოქმნა

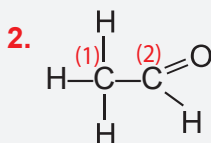
ჰიბრიდიზაციის გარეშე დარჩენილი ორი p -ორბიტალი ურთიერთმართობულ სიბრტყეში წარმოქმნის ორ π -ბმას (სურ. 9).

ცხრილი 1. ჰიბრიდიზაციის კავშირი სივრცით აღნაგობასთან

ჰიბრიდიზაცია	გეომეტრიული ფორმა	სავალენტო კუთხე
sp^3	ტეტრაედრული	$109^{\circ}28'$
sp^2	ბრტყელი	120°
sp	ხაზოვანი	180°

ბაიზრეთ

- გაიხსენეთ კოვალენტური ბმის სახეები. რომელი ორბიტალები მონაწილეობს კოვალენტური ბმის წარმოქმნაში? მოიყვანეთ მაგალითები.



დაადგინეთ მოყვანილ ნაერთში (1) და (2) ნახშირბადატომები როგორი სახის ჰიბრიდული ორბიტალებით ახორციელებს σ -ბმებს. გაითვალისწინეთ σ -ბმების წარმოქმნაში მონაწილე ჰიბრიდული ორბიტალების რაოდენობა და მისი კავშირი ჰიბრიდიზაციის სახესთან.

შეასრულეთ

- რითი იყო განპირობებული ატომური ორბიტალების ჰიბრიდიზაციის თეორიის შემოტანა ქიმიაში და რაში მდგომარეობს ამ თეორიის ძირითადი არსი?
- როგორი ორბიტალებით წარმოქმნის ნახშირბადი σ - და π ბმებს ორგანულ ნაერთთა მოლეკულებში?
- ჰიბრიდიზაციის რომელ სახეს შეესაბამება ნახშირბადატომთან დაკავშირებული ატომების ხაზოვანი, ბრტყელი და სივრცითი განლაგება?