

ქიმია ომში

მერაბ ნადირაშვილი¹

<https://doi.org/10.61446/pa.3.2025.10288>

აბსტრაქტი

თანამედროვე მსოფლიოში არსებულმა პოლიტიკური და სოციალურ-ეკონომიკური რეალიების განსხვავებულობამ, სახელმწიფოთა შორის უსაფრთხოების საკითხში არსებულმა უნდობლობამ, სამხედრო სფეროს არნახული განვითარება განაპირობა. ასეთი პროგრესი, უდავოდ, მეცნიერების მაღალი დონითაა განპირობებული.

ერთი შეხედვით, ქიმიის მეცნიერების მონაწილეობა ამ პროგრესში თითქოს შეუმჩნეველია და მხოლოდ ქიმიური იარაღისა და მისგან თავდაცვის საშუალებათა შექმნით შემოიფარგლება. თუმცა, ეს ასე არ არის. ქიმია, საოცარი შესაძლებლობების მეცნიერებაა. მას შეუძლია შექმნას ბუნებაში არსებული და არარსებული ნივთიერებები, რომლებსაც უდიდესი პრაქტიკული გამოყენება აქვთ. აქ ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი - სამხედრო სფეროა. აკადემიკოს ა.ნ. ფრუმკინის თქმით, „ქიმია არის ერთ-ერთი არსებითი ფაქტორთაგანი, რომელზეც დამოკიდებულია წარმატება თანამედროვე ომში...”

სტატიაში, მისი ფორმატის გათვალისწინებით, მოკლედაა განხილული ის ძირითადი აქცენტები, რომლებსაც ქიმიური მეცნიერება იძლევა სამხედრო საქმეში სტრატეგიული თუ ტაქტიკური ხასიათის ამოცანების გადაწყვეტისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ქიმია, სამხედრო საქმე, ატომბირთვული პროცესები, სტრატეგია, ტაქტიკა, ფეთქებადი ნივთიერებები, სინთეზი, ანალიზი, ტესტირება...

¹ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი, უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი, ქიმიის აკადემიური დოქტორი

Chemistry in War

Merab Nadirashvili²

Abstract

The divergence of political and socio-economic realities in the modern world, the distrust in the security issue between the States, has led to the unprecedented development of the military sphere. Such progress is undoubtedly due to the high level of science. At first glance, the participation of Chemistry scientists in this progress seems imperceptible and is limited only to the creation of chemical weapons and means of defense against it. However, this is not the case. Chemistry, is a science of amazing abilities. It is capable of creating substances present and non-existent in nature that have the greatest practical use. Here is one of the most important - the military sphere. According to Academician A.N. Frumkin „chemistry is one of the essential factors on which success in modern warfare depends...” The article, taking into account its format, briefly discusses the main accents that chemical science gives for solving tasks of a strategic or tactical nature in military affairs.

Keywords: chemistry, military affairs, nuclear processes, strategy, tactics, explosives, synthesis, analysis, testing...

² Grigol Tsulukidze Mining Institute, Senior research associate, Academic Doctor of Chemistry

შესავალი

კაცობრიობის ისტორია – ომების ისტორიააო, ნათქვამია. თანამედროვე ეპოქაც, სამ-
წუხაროდ, ამის ნათელი დადასტურებაა: რუსეთ-უკრაინის, ირან-ისრაელის სამხედ-
რო დაპირისპირებაა, „დენტის სუნი“ სხვა რეგიონებში, არასტაბილური პოლიტიკუ-
რი პროცესები - დღევანდელი რეალობაა.

ომი ადამიანის ყოფიერების თანამდევია და ტრაგიზმით გამორჩეული ატრიბუტი
გახდა. დაპყრობითი თუ თავდაცვითი ომები, რევოლუციები, რელიგიური, ეთნიკუ-
რი დაპირისპირებანი – აი მიზეზები, რომელთა გამოც ქვეყნები და ადამიანები სამკვ-
დრო-სასიცოცხლოდ უპირისპირდებიან ერთმანეთს...

ისტორიაში მნელად თუ ვიპოვით დროის მშვიდობიან, უმცირეს პერიოდსაც კი.
საოცარი ფაქტია, ათასეული წლების მანძილზე ადამიანებმა ვერ ისწავლეს მშვი-
დობიანი თანაარსებობა: თვით ცივილიზებული ერები ომების თავიდან აცილებას
ვერ ახერხებენ. ამის მაგალითად არცთუ შორეულ წარსულში ევროპის შუაგულში
დაწყებული ორი მსოფლიო ომის გახსენებაც კმარა, როცა მაღალგანვითარებულ გერ-
მანიაში აღმოცენებულმა მტაცებლურმა, ფაშისტურმა იდეოლოგიამ კაცობრიობა სიკ-
ვდილისა და ნგრევისათვის გაიმეტა...

ომის საფრთხეებზე ნაკლები არც ბუნებრივი, კატალიზმებია: გლობალური დათ-
ბობა, მიწისძვრები, წყალდიდობები, ციურ სხეულებთან შეჯახების უსიამოვნო პერს-
პექტივა და ა.შ.

ადამიანების მიერ ამ საფრთხეების არად ჩაგდება, მათი აცილებისათვის თანამ-
შრომლობაზე უარის თქმა, „სამაგიეროდ“ თავისსავე მსგავსთა განადგურების საშუა-
ლებათა დახვეწაზე ზრუნვა, თანამედროვეობის მართლაცდა პარადოქსთა პარადოქ-
სია.

ამიტომ, ჯერაც აქტუალურია ფრაზა: „გინდა მშვიდობა?! ეშხადე ომისათვის!!!”

ომისათვის მზადებას კი უდიდესი ძალისხმევა, მატერიალური თუ სულიერი რე-
სურსების მაქსიმალური მობილიზება სჭირდება. არც ისაა საკამათო, რომ საომარ ვი-
თარებაში გადამწყვეტი როლი ენიჭება მეცნიერებას. დღეს მსოფლიოს ის არმიებია
წარმატებული, რომლებიც სამხედრო საქმეს თანამედროვე სამეცნიერო მიღწევების
გამოყენებით წარმართავენ. აქ, ქიმიას გამორჩეული ადგილი უკავია.

ძირითადი ნაწილი

თანამედროვე ცივილიზაციის არსებობა ქიმიის მიღწევების გარეშე წარმოუდგენელია. ალბათ, არ მოიძებნება ადამიანის მოღვაწეობის ისეთი სფერო, ეს მეცნიერება რომ არ მონაწილეობდეს. აქ ერთ-ერთი უპირველესი – სამხედრო საქმეა.

ქიმიას ეფუძნება მრავალი საომარი სტრატეგიული და ტაქტიკური საკითხების გადაჭრა. მეტიც, ხშირად ის სახელმწიფოთაშორისი პოლიტიკის განმსაზღვრელიცაა. რა იძლევა ამის თქმის საფუძველს?

1915 წელს, პირველი მსოფლიო ომის დროს, გერმანელების მიერ ფრანგების წინააღმდეგ ქლორის გამოყენება ქიმიური ომის პირველი პრეცედენტი იყო. ცხადია, ვერსალის ზავის „წნეხში“ გერმანიის მოქცევისას, ამ ბარბაროსობასაც მიუძღვოდა წვლილი. მეორე მსოფლიო ომში იმავე გერმანელებმა ასიათასობით ტყვე გაანადგურეს მომწამლავი ნივთიერებით „ციკლონ-ბ.“ ეს ქიმიასთან დაკავშირებული ეპიზოდები ერთ-ერთი უმძიმესი იყო იმ ბრალდებათაგან, საერთაშორისო ტრიბუნალმა რომ წაუყენა ფაშისტებს ნიურნბერგში. მართალია, ჟენევის (1925) და სხვა კონვენციებით ქიმიური იარაღის ომში გამოყენება აკრძალულია, მაგრამ როგორც ჩანს, კონვენციები აგრესორებს ვერ აჩერებენ, რაც ახლო წარსულში სირიაში მომწამლავი ნივთიერებების გამოყენების ფაქტებმაც დაადასტურა. ანუ, ქიმიური ომის საფრთხე და მისგან დაცვა, ერთი რომელიმე ქვეყნის საზღვრებს სცილდება და მსოფლიო პრობლემად გვევლინება...

ატომური და თერმობირთვული პროცესები

ზოგჯერ, ქიმია ეპოქალური აღმოჩენების გზამკვლევიც გამხდარა, რის მაგალითად ურანის ატომბირთვის გახლეჩის ისტორიაც კმარა. ამ უმნიშვნელოვანეს მეცნიერულ აღმოჩენას წინ უსწრებდა რადიოაქტივობის.³

მაინც რაში მდგომარეობს ქიმიკოსთა ღვაწლი ატომური ენერგიის შეცნობაში?

როგორც ცნობილია, ნელი ნეიტრონებით ბომბარდირებისას, ურანის ატომბირთვი U^{235} ატომგულურ გარდაქმნებს განიცდის. 1934 წელს, იტალიელი ენრიკო ფერმის მიერ განხორციელებული ეს პროცესი დიდი ენერგიის გამოყოფით წარიმართა.

³ ანრი ბეკერელი, ნეიტრონის (1932, ჯეიმს ჩედვიკი) ხელოვნური რადიოაქტივობისა (1934, ირენ კიური, ფრედერიკ ჟოლიო) და სხვა უდიდესი აღმოჩენები, 1896, 1,2.

ანალოგიური შედეგები მიიღეს ჰანი-შტრასმანის ჯგუფმა ბერლინში და კიურების ოჯახმა - პარიზში... ყველამ შენიშნა ნეიტრონის მოქმედების ეფექტი, თუმცა პროცესის მექანიზმის ახსნა ვერავინ შეძლო.

თავდაპირველად, ცნობილ მეცნიერ-ატომისტებს, მათ შორის ენრიკო ფერმისაც, მიაჩნდათ, რომ ურანის ატომგულური გარდაქმნით მასით ახლოს მდგომი ტრანსურანული ელემენტები მიიღებოდა. ეს ასეც ხდება, თუ რეაქციაში მაღალი ენერგიის ნეიტრონებს გამოიყენებენ. თვისობრივად განსხვავებულია ურანის ნელი ნეიტრონებით ბომბარდირება. გერმანელმა ქიმიკოსებმა იდა და ვალტერ ნოდაკებმა, ნეიტრონის ზემოქმედებისას ურანის ატომბირთვის ორ მსხვილ „ნატეხად“ - ცნობილი ელემენტების იზოტოპებად გაყოფა ივარაუდეს. ფიზიკოსებმა, პირველ რიგში კი - ფერმიმ, ეს ჰიპოთეზა არ გაიზიარეს. ასე გაგრძელდა 1938 წლის ბოლომდე, ვიდრე ოტო ჰანმა, რადიაციული ქიმიის უბადლო სპეციალისტმა, წერტილი არ დაუსვა ამ გაურკვევლობას: სკრუპულოზური ექსპერიმენტებით, დაადასტურა რა ქიმიკოსთა ჰიპოთეზა, მან აღმოაჩინა, რომ ნეიტრონი ურანის ატომბირთვს ორად - ბარიუმისა და კრიპტონის ატომბირთვებად ყოფს. შესაძლებელია სხვა იზოტოპური წყვილების წარმოქმნაც. ურანის ბირთვის პროტონები ნაწილდება „შვილობილ“ ატომებში:⁴

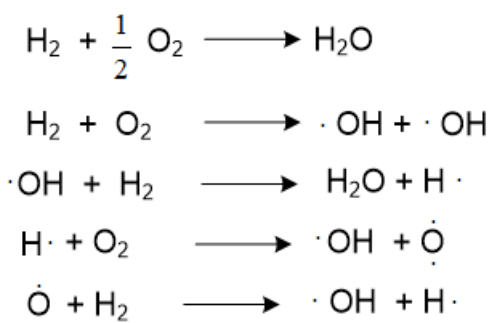


მარტივი ნივთიერება ურანის დაშლით ორი ახალი მარტივი ნივთიერების (Ba + Kr ან Xe + Sr) წარმოქმნა არის ატომურ დონეზე მიმდინარე ქიმიური პროცესი. ამრიგად, ის, რაც ცნობილმა ფიზიკოსებმა ნილს ბორის ჩათვლით, ვერ შენიშნეს, ქიმიკოსებმა ივარაუდეს და ექსპერიმენტულად დაადასტურეს, შესაბამისად, ატომური საუკუნის „პიონერებად“ ფიზიკოსებთან ერთად ისინიც უნდა ჩაითვალოს...

⁴К. Нениценку, Общая химия, «Мир», Москва, 1968, с.737-769, 773.

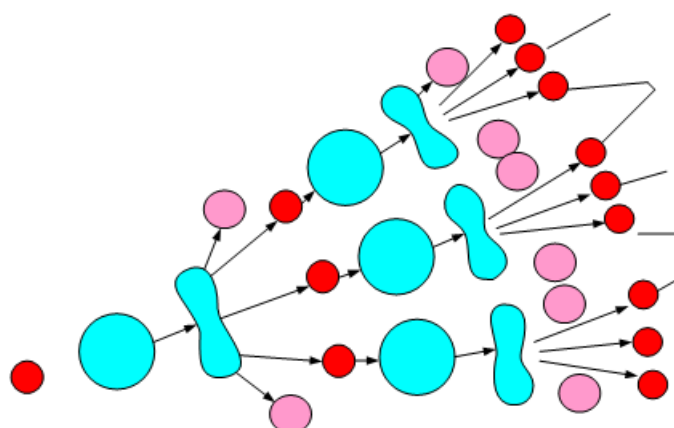
ურანის დაშლის პროცესს თან ახლავს უდიდესი ენერგიის გამოთავისუფლება, რაც მილიონჯერ მეტია, ვიდრე მანამდე ცნობილი ყველა სხვა სახის ენერგია. ურანის ეს თვისება დაედო საფუძვლად რობერტ ოპენჰაიმერის ჯგუფის მიერ ამერიკაში ე.წ. ატომური ბომბის შექმნას, რომელიც 1945 წლის 16 ივლისს ნიუ-მექსიკოს შტატში გამოსცადა.

რა განაპირობებს ურანის ატომბირთვების დაშლის დროს განუზომლად დიდი ენერგიის გამოყოფას? ჯერ კიდევ გასული საუკუნის ოციან წლებში, საბჭოთა ნობელიანტმა მეცნიერმა, ნ. სემიონოვმა წამოაყენა განშტოებული ჯაჭვური რეაქციების კონცეფცია, რომელთა მიმდინარეობისას საწყისი ნივთიერების მოლეკულასთან აქტიური ნაწილაკების ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება არა ერთი, არამედ ორი ან მეტი ახალი აქტიური ნაწილაკი. ერთი მათგანი აგრძელებს „ძველ“ ჯაჭვს, ხოლო სხვები - ახალი ჯაჭვების ინიცირებას ახდენენ. აღნიშნული ზვავისებური მექანიზმებით მიმდინარეობს ჰალოგენწყალბადების სინთეზის, მოტორული საწვავისა და წყალბად-ჟანგბადის ნარევის, ანუ მგრგვინავი აირის აფეთქებითი გარდაქმნა. ქვემოთ ილუსტრირებულია უკანასკნელი პროცესი:⁵

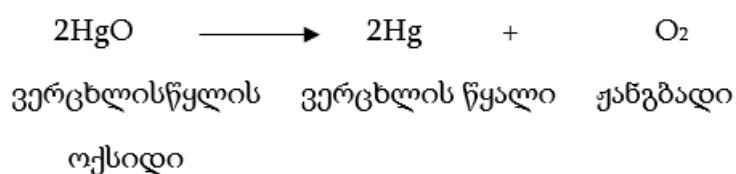


ანალოგიური მექანიზმით მიმდინარეობს ატომგულური გარდაქმნის პროცესებიც. ურანის ყოველი ატომი გახლეჩისას გამოყოფს სულ ცოტა ორ ან სამ ნეიტრონს მაინც. სამი ნეიტრონი გახლეჩს ურანის სამ ატომს, რომლებიც თავის მხრივ იძლევიან ცხრა ნეიტრონს. ეს უკანასკნელნი ხლეჩენ ცხრა სხვა ატომს 27 ნეიტრონის ამოტყორცნით და ა.შ. - გეომეტრიული პროგრესიით. ეს ხდება წამის უმცირეს ნაწილში, შედეგად კი გამოიყოფა უზარმაზარი ენერგია:

⁵Н. Л. Глинка, Общая химия, изд. «Химия», 1975, с. 54-59, 179.



რა არის საერთო ქიმიური დაშლის რეაქციებსა და ურანის ატომის გახლეჩვას შორის?! მოვიყვანოთ ქიმიური დაშლის მაგალითი:



რთული ნივთიერების, ვერცხლისწყლის ოქსიდის დაშლისას, ვერცხლისწყლისა და ჟანგბადის ატომები მიიღება (ჟანგბადის ატომები წყვილდება მოლეკულებად). ანალოგიური რამ ხდება გამლღვალი მარილების ელექტროლიზის დროს.

ურანის ატომბირთვის დაშლა თვისობრივად განსხვავებული, თუმცა, პრინციპულად დაშლის ტიპური რეაქციაა ატომბირთვულ დონეზე: აქ ერთი მძიმე ატომბირთვისაგან (ურანი) დაშლის შედეგად ორი მარტივი ნივთიერების ატომები მიიღება. შესაბამისად, ურანის აფეთქება, შედეგის მიხედვით, ქიმიურ დაშლას, ანუ ქიმიურ აფეთქებას შეიძლება მივაკუთვნოთ. იგივე მექანიზმი არეგულირებს ე.წ. თერმობირთვულ პროცესებსაც. ურანისა და სხვა მძიმე ატომბირთვების გაყოფისაგან განსხვავებით, აქ განუზომლად დიდი ენერგიის წარმოქმნას განაპირობებს მაღალ ტემპერატურებზე მსუბუქი ატომბირთვების შერწყმის, ანუ სინთეზის რეაქციები.

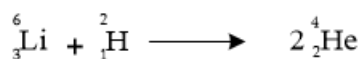
მზის ენერგიისა და თერმობირთვული პროცესების იგივეობის ჰიპოთეზა ავსტრელ მეცნიერს ფრიც ჰოუტერმანსს ეკუთვნის... ამ ჰიპოთეზის პრაქტიკულ რეალიზებას, XX ს. 50-იან წლებში ე.წ. „წყალბადის ბომბის“ შექმნა მოჰყვა.⁶

თერმობირთვული რეაქციების საკმაოდ ბევრი სახეობაა ცნობილი. აი ორი მათგანი:

1. deuteriumisa da triTiumis Serwyma:



2. liTiumisa da deuteriumis Serwyma



წყალბადის ბომბის აფეთქება - ესაა უმართავი თერმობირთვული სინთეზი. აქ „საწვავად“, ჩვეულებრივ, ლითიუმის დეიტერიდს იყენებენ. ასეთი ტიპის სინთეზის დაწყებას მილიონ გრადუსამდე ტემპერატურა სჭირდება, რაც ჩვეულებრივი ატომური ბომბის აფეთქებით მიიღწევა. წყალბადის ბომბის აფეთქების დროს წამის რამდენიმე მემილიონედ ნაწილში გამოიყოფა ენერგიის განუზომლად დიდი რაოდენობა. ამიტომ ასეთი ტიპის იარაღს უდიდესი დამანგრეველი ძალა გააჩნია.

თერმობირთვული აფეთქებაც, ზემოხსენებული მსჯელობის მიხედვით, ქიმიურ აფეთქებას უნდა მივაკუთვნოთ.

ამრიგად, ჰალოგენწყალბადების სინთეზიც, „მგრგვინავი აირისა“ და მოტორული საწვავის აფეთქებაც, ურანისა და სხვა მძიმე ატომბირთვების გახლეჩაც და თერმობირთვული სინთეზიც, განშტოებული ჯაჭვური მექანიზმით მიმდინარეობს. ყველა შემთხვევაში, პროცესის შედეგი, საწყისი ნივთიერების შეცვლა, ანუ ქიმიური გარდაქმნაა...

სტრატეგიული და ტაქტიკური ამოცანები

სტრატეგიული ამოცანების გადაჭრაში ქიმიის მონაწილეობას, ხშირად, ომის

⁶რ. იუნგი, „ათასი მზის ელვარებით“, თბილისი, 1977, 37.

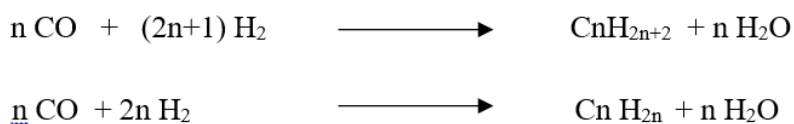
ბედზეც შეუძლია გავლენა მოახდინოს. აი ორიოდ მაგალითი:

მეორე მსოფლიო ომის ბოლოს, როდესაც გერმანიას სატელიტი ქვეყნები და მათ შორის ნავთობით მდიდარი რუმინეთი ჩამოსცილდა, ეს ქვეყანა აღმოჩნდა მოტორული საწვავის მკვეთრი დეფიციტის წინაშე. ქვანახშირით მდიდარმა გერმანიამ, რომელსაც ყოველთვის უძლიერესი ქიმიკოსები ჰყავდა, ეს პრობლემა იოლად გადაჭრა ფრანც ფიშერისა და ჰანს ტროპშის მიერ, XX ს. 20-იანი წლების დასაწყისში აღმოჩენილი სინთეზის წყალობით. კონკრეტულად, ქვანახშირის კატალიზური „გათხევადებით“, მათ მიიღეს სინთეზური ბენზინი - სინტინი. პროცესის ქიმიზმი ასეთია:

სინთეზის პირველ ეტაპზე, გავარვარებულ ქვანახშირზე გადახურებული წყლის ორთქლის გატარებით მიიღება ე.წ. „წყალგაზი“:



ამავე ნარევის სინთეზგაზსაც უწოდებენ. ის, უშუალოდ, შეიძლება გამოყენებულ იქნას აირად საწვავად. სინთეზის მეორე ეტაპი ნახშირბადის ოქსიდის კატალიზური (Ru, Co, Fe, Ni) აღდგენითი ოლიგომერიზაციაა, სინტინის ფრაქციის წარმოქმნით⁷



1944 წელს გერმანიაში სინთეზირებული იქნა 6 მილიონი ტონა სინტინი. შესაბამისად, ამ ქვეყანამ საომარი მოქმედებების ერთი წლით გახანგრძლივება შეძლო.

სტალინგრადის ეპოპეის შემდეგ, 1943 წლის ზაფხულში საბჭოთა არმიამ მეორე უმნიშვნელოვანესი გამარჯვება მოიპოვა კურსკთან. თუმცა, დასაწყისში, ამ ომში წარმატების მიღწევა ბევრზე ეკიდა. საქმე იმაშია, რომ ახალი „იაკ-9“ გამანადგურებლების ფრთის გარსაცმები, უხარისხო წებოთი და ნიტროსაღებავით იყო გაკეთებული და ჰაერთან შეხებისას სკდებოდა. ამ საგანგებო შემთხვევის გამო, მთელი

⁷Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия, Высшая школа, Москва, 1973. с. 14-15.

გამანადგურებელი ავიაციის ოპერაციაში მონაწილეობა საექვო გახდა. განსაკუთრებული ღონისძიებების გატარებით, პირველ რიგში ხარისხიანი ქიმიური მასალის გამოყენებით, მოხერხდა ამ დეფექტის გამოსწორება, რასაც გერმანელ-ფაშისტთა დამარცხება მოჰყვა.

სამხედრო საქმიანობის ყოველდღიურობაში ლოკალური ამოცანების გადაჭრაც, ხშირად, ქიმიური ნივთიერებების გამოყენებას მოითხოვს, მაგალითად:

ატომურ წყალქვეშა გემს შეუძლია თვეობით არ ამოცურდეს წყლის ზედაპირზე - მის ძრავს ჟანგბადი არ სჭირდება. ეკიპაჟისათვის საჭირო ჟანგბადის რეგენერაცია კი მარტივ ქიმიურ რეაქციებს ეფუძნება. მაგალითად, ნატრიუმის პეროქსიდისა და ნახშირბადის დიოქსიდის ურთიერთქმედება:

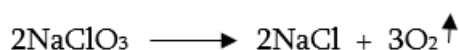


ნატრიუმის სულფატის წყალხსნარის ელექტროლიზის დროს ანოდზე ჰიდროქსიდის ანიონების

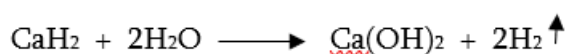
განმუხტვა:



ე.წ. ქლორატ-სანთლების დაწვისას მასში არსებული ნატრიუმის ქლორატის დაშლა:



ტუტე მეტალების ჰიდრიდები წყალთან რეაქციით აირად წყალბადს გამოყოფენ:



მეორე მსოფლიო ომის დროს, ოკეანის თავზე ავარიისას, ამერიკელი მფრინავები ამ გზით მიღებული წყალბადით ავსებდნენ გასაბერ ნავებს, ჟილეტებს, სასიგნალო ანტენებს, რაც მათი გადარჩენის რეალური შანსი იყო.

სამხედრო ტექნიკას, მოტორულ საწვავთან ერთად, ავტონომიური ელექტრული ენერგიაც ესაჭიროება. ამისათვის იყენებენ ტუტე- და მჟავა აკუმულატორებს, გალვანურ ელემენტებს და ა.შ. ელექტროქიმიის დახმარებით შექმნილია ელექტროდენის გენერაციის თანამედროვე აპარატურა მაღალი მ.ქ.კ.-ით და მოხმარების სიადვილით.

დედამიწაზე ნავთობის მარაგის ამოწურვის პერსპექტივას ქიმიკოსები, გარდა სინტინის შექმნისა, შიდაწვის ძრავაში წყალბადის გამოყენების იდეითაც პასუხობენ. ამ აირისა და ჟანგბადის შენაზავი 2:1 პროპორციით არის უძლიერესი ფეთქებადი ნარევი - ე.წ. „მგრგვინავი“ აირი. წყალბადის ამოუწურავი მარაგი მსოფლიო ოკეანეა. რაც შეეხება „გამონაბოლქვს“, ეს სხვა არაფერია, თუ არა ეკოლოგიურად სუფთა წყლის ორთქლი. საჭიროა, „მხოლოდ“, მოიძებნოს წყალბადის მიღების იაფი მეთოდი...

ქიმიური ნივთიერებები, სინთეზი და ანალიზი

ნივთიერებათა შექმნა, კვლევა და გამოყენება მთლიანად უკავშირდება ქიმიის ორ უპირველეს მეთოდს - სინთეზსა და ანალიზს. სინთეზის გზითაა შექმნილი მილიონობით ორგანული ნივთიერება, მათ შორის ფეთქებადი ნივთიერებების (ფნ) უდიდესი უმრავლესობა.

ახლადშექმნილი ნებისმიერი ნივთიერების, მათ შორის ფნების ქიმიური აგებულების დადგენა ანალიზის გარეშე შეუძლებელია. საყურადღებოა ისიც, რომ ქიმიური ანალიზის არეალი ხშირად სცილდება ქიმიის საზღვრებს და ისეთ მნიშვნელოვან დარგებშიც აღწევს, როგორიცაა კრიმინალისტიკა, კვების მრეწველობა, მინერალოგია, ფარმაცია, სამხედრო საქმე...

ამჟამად, ადამიანისთვის მილიონობით ქიმიური ნივთიერებაა ცნობილი. ამასთან, ორგანული ნივთიერებების, ანუ, ნახშირბადნაერთების რაოდენობა მრავალჯერ აღემატება არაორგანული (მინერალური) ნაერთებისას.

დედამიწაზე არსებული ქიმიური ელემენტებისა და მათი ნაერთების კლასიფიკაცია ბევრნაირია, თუმცა ორ ელემენტს - ნახშირბადსა და სილიციუმს, განსაკუთრებული ადგილი უკავიათ გარემომცველ სამყაროში. არაცოცხალ ბუნებაში დომინირებს სილიციუმი. დედამიწის ქერქში, მთის ქანებში, მინერალებში არსებული ნივთიერებები უმეტესად სილიციუმის ნაერთებია.

რაც შეეხება ცოცხალ ბუნებას, ის ნახშირბადის შენაერთების, ანუ ორგანული ნივთიერებების სამყაროა, რომლის მასშტაბები ბევრად უფრო შთამბეჭდავია.

ორგანულ ნივთიერებებს შეისწავლის ორგანული ქიმია. აქ ცენტრალური ელე-

მენტის ნახშირბადია. მასთან ერთად, ორგანული მოლეკულები შეიცავენ ე.წ. ელემენტ-ორგანოგენებსაც: წყალბადს – H, ჟანგბადს – O, აზოტს – N, გოგირდს – S, ფოსფორს – P, ჰალოგენებს – Hal.

ორგანული ნაერთების მიღების უმნიშვნელოვანესი მეთოდი **სინთეზია**. ორგანულ სინთეზს, პრაქტიკულად, უსაზღვრო შესაძლებლობები გააჩნია. დღეისათვის ცნობილი მილიონობით ორგანული ნივთიერება, სულაც არ არის ბევრი იმასთან შედარებით, რისი შექმნაც პოტენციურად არის შესაძლებელი. ამასთან, ბუნებრივი ორგანული ნაერთების გამოყოფა და შესწავლა ბევრად ჩამორჩება რაოდენობით – სინთეზურისას.

სინთეზის გზით შესაძლებელია, არამხოლოდ ინსულინის, ქინაქინის, ინდიგოს, კაუჩუკისა და სხვათა „კოპირება“, არამედ – ბუნებაში არარსებული უამრავი ახალი ნივთიერების შექმნაც. აქ „უამრავი“ – შედარებით მოკრძალებული სიტყვაა.

ორგანული ნაერთების სიმრავლის მიზეზი, პირველ რიგში, არის ნახშირბადის ქიმიური ბუნება, მაღალი ვალენტობა, უნარი, შექმნას ქიმიური ნაერთები მრავალ ელემენტთან, გადაებას ერთმანეთს გრძელ ჯაჭვებად ქიმიური ბმებით. ქიმიური აგებულების თეორიამ ახალი იმპულსი შესძინა **იზომერიის** მოვლენას, რომელსაც უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ორგანულ ქიმიაში. ნახშირწყალბადებშიც კი, რომელთა მოლეკულები მხოლოდ C და H - ატომებისაგან შედგებიან, იზომერიის გამო ქიმიური ინდივიდუუმების უზარმაზარი რაოდენობაა შესაძლებელი. მაგალითად, თუ ბუთანს აქვს ორი იზომერი, $C_{20}H_{42}$ ნახშირწყალბადს - 366319. ეს ნიშნავს, რომ ატომთა „კომპლექტს“, რომელიც 20 ნახშირბადისა და 42 წყალბადატომისაგან შედგება 366319 განსხვავებული შეერთებით ამდენივე ნივთიერების მოცემა შეუძლია. უფრო მეტი იზომერები აქვთ ნახშირწყალბადების ნაწარმებს. ქიმიის თეორიამ და სინთეზის პრაქტიკამ დაამტკიცა, რომ ამ ნივთიერებებს რეალობად აქცევს წარმატებული ორგანული სინთეზი.⁸

ქიმიკოს-ორგანიკოსებმა შეძლეს ასიათასობით სინთეზური ნივთიერებების სასარგებლო თვისებების შესწავლა და ადამიანის სამსახურში ჩაყენება, რაც უდა-

⁸Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала Органической химии, т.1., Изд. Химия, Москва, 1969. с. 12, 13, 299-302, 328.

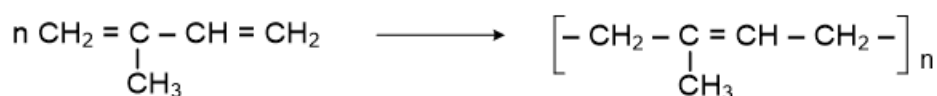
ვოდ, ეპოქალური მოვლენაა მეცნიერებაში. ქვემოთ მოტანილია ორგანული (პოლიმერული) ქიმიის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ნაწარმის, რეზინის მოკლე დახასიათება.

თანამედროვე სამხედრო მანქანა, პირდაპირი და არაპირდაპირი გაგებით, დგას კაუჩუკისა და მისი ნაწარმის - რეზინის პროდუქციაზე.

დღეისათვის, ამ ორი უმნიშვნელოვანესი პროდუქტის წარმოება მსოფლიოში ათეულ მილიონობით ტონას შეადგენს. მათ გარეშე წარმოუდგენელია ტრანსპორტი, მათ შორის სამხედრო ტექნიკა, ავიაცია.

თვისებებითა და ქიმიური აგებულებით რეზინის „წინაპარია“ კაუჩუკი. ნატურალური კაუჩუკის 96 % ჰევეასაგან მიიღება. ეს მცენარე გავრცელებულია ე.წ. „კაუჩუკის სარტყელში“ - ეკვატორიდან ჩრდილოეთით და სამხრეთით 1300 კმ სიგანის ზოლში.

XIX საუკუნეში მკვეთრად გაიზარდა მოთხოვნილება ბუნებრივ კაუჩუკზე. საჭირო გახდა კაუჩუკის ქიმიური შედგენილობის დადგენა და სინთეზი. აღმოჩნდა, რომ ეს ნივთიერება მხოლოდ ნახშირბადისა და წყალბადისაგან შედგება, და რადგანაც ბრომიან წყალს აუფერულებს, ის არის არანაჯერი პოლიმერული ნივთიერება. ელემენტ-ანალიზით დადგენილ იქნა ფორმულა $(C_5H_8)_n$, რის საფუძველზეც გაკეთდა დასკვნა, რომ კაუჩუკის პოლიმერული მოლეკულები შედგება **იზოპრენის** მონომერებისაგან:⁹



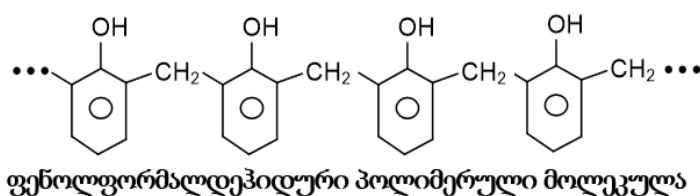
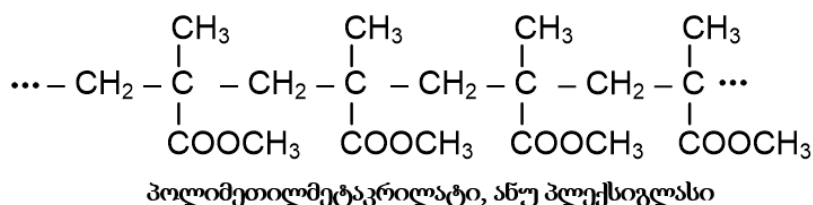
კაუჩუკის ნაკლოვანი თვისებებია დარბილება და წებოვნება გაცხელებისას, ხოლო სიმაგრე და სიმყიფე - გაყინვისას. ამ ნაკლის გამოსწორება შეიძლება კაუჩუკის გოგირდთან რეაქციით - **ვულკანიზაციით**, რის შედეგადაც მიიღება ბუნებაში არარსებული უძვირფასესი სამრეწველო პროდუქტი - **რეზინი**. ვულკანიზაციის პროცესში ხდება კაუჩუკის ხაზოვანი მაკრომოლეკულების სივრცითი „შეკერვა“

⁹ იქვე. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. 1969. с. 12, 13, 299-302, 328.

გოგირდის „ხიდებით“, მათში არსებული ორმაგი ბმების ხარჯზე. მიღებულ ვულკ-ანიზატს - რეზინს, აქვს მკვეთრად გაზრდილი სიმტკიცე და ცვეთამედეგობა, ელასტიურობა, სიბო- და ყინვამედეგობა და ა.შ. მაღალი ცვეთამედეგობა ახასიათებთ ბუთადიენის სტიროლთან და აკრილონიტრილთან ე.წ. თანაპოლიმერიზაციით მიღებულ კაუჩუკებსაც.

სამხედრო მრეწველობაში უდიდესი მნიშვნელობა აქვთ პოლიმერულ მასალებს, რომლებიც პოლიმერიზაციისა და პოლიკონდენსაციის პროცესებით იწარმოებიან.

ეს მასალებია ქიმიური ბოჭკოები, პლასტმასები და ა.შ. მაგალითის სახით მოგვყავს ორგანული მინის, ანუ პლექსიგლასისა და ფენოლფორმალდეჰიდური ფილების ფორმულები:^{10,11}



სამხედრო საქმეში აქტიურად გამოიყენება უამრავი არაორგანული ნივთიერება. აი, ზოგიერთი მათგანი:¹²

ქლორიანი კირი CaOCl_2 გამოიყენება დეგაზაციის დროს, წყლის დაქლორებისათვის, ასევე სადეზინფექციო საშუალებად.

¹⁰ იქვე. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. 1969. с. 12, 13, 299-302, 328.

¹¹ Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала Органической химии, т. II., Изд. Химия, Москва, 1969. с. 124.

¹² Химический энциклопедический словарь. Советская энциклопедия, Москва, 1983. сс. 294, 542, 615.

ბერტოლეს მარილი KClO_3 , წვის უნარის მქონე სხვადასხვა ნივთიერებებთან წარმოქმნის ფეთქებად ნარევეს, რომლებიც საარტილერიო საქმეში, პიროტექნიკაში და ასანთის წარმოებაში გამოიყენება.

თეთრი ფოსფორი გამოიყენება ცეცხლგამჩენი ნივთიერებების სახით, საავიაციო ბომბების, ნაღმების, ყუმბარების დასამზადებლად. წვის ტემპერატურა 1200°C -ს აღწევს.

ფოსფორის ანჰიდრიდი P_2O_5 წარმოიქმნება ფოსფორის წვისას ჰაერში. მისი ორთქლი ტენს იზიდავს და წარმოქმნის სქელ, თეთრ კვამლს. იყენებენ ე.წ. „კვამლის ფარდის“ შესაქმნელად.

გრაფიტს - ელემენტ ნახშირბადის ალოტროპულ სახეცვლილებას, იყენებენ ატომურ რეაქტორებში ნეიტრონების შემაკავებლად, ასევე, წყალქვეშა ნავებისა და რაკეტების წარმოებაში.

ოქსილიქციტები - გათხევადებული ჟანგბადისა და ფოროვანი ორგანული მმ-თანთქმელებისაგან მიღებული ბრიზანტული ფნებია. გამოიყენება, როგორც სამხედრო, ასევე სამთო საქმეშიც.

ნახშირბადის დიოქსიდი CO_2 წვას ხელს არ უწყობს. მისი ეს თვისება გამოიყენება ხანძრის ჩასაქრობად. გათხევადებული CO_2 გამოიყენება თანამედროვე სამხედრო თვითმფრინავების რეაქტიული ძრავების ხანძრისაგან დასაცავად.

სილიციუმი Si, რომელსაც ნახევარგამტარის თვისებები აქვს, გამოიყენება თანამედროვე სამხედრო ელექტრონიკაში, ასევე მზის ბატარეების, ტრანზისტორების, დიოდების დასამზადებლად.

სილიციუმის დიოქსიდი, ანუ კაჟმიწა SiO_2 , გვხვდება მინერალ კვარცის სახით.

გაუსუფთავებელი კვარცი არის ჩვეულებრივი ქვიშა, რომლის მოხმარება მსოფლიოში ასეულმილიონობით ტონით განისაზღვრება.

მინა სილიკატური ნაწარმია, რომლის ფორმულაა $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$.

ცემენტი უმნიშვნელოვანესი სამშენებლო მასალაა, რომლის შემადგენლობაში კალციუმის, სილიციუმის, ალუმინისა და რკინის ოქსიდები მონაწილეობენ. მისი ერთ-ერთი ფორმულა ასეთია - $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$.

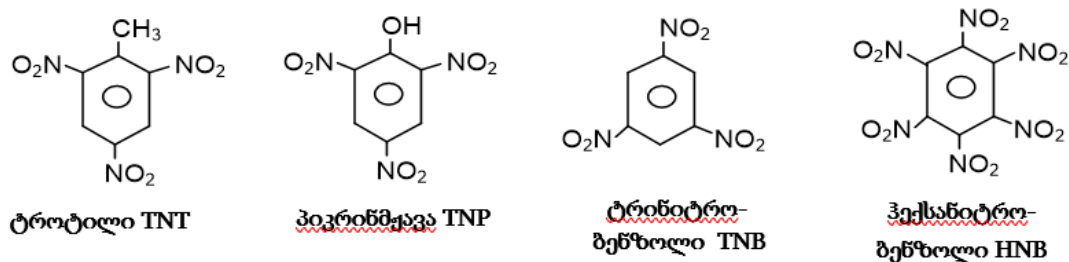
მეტალები და მათი შენადნობები უდიდეს გამოყენებას პოულობენ სამხედრო საქმეში, როგორც სამხედრო ტექნიკის - ჯავშანმანქანების, თვითმფრინავების, ტანკების დასამზადებლად, ასევე სამხედრო ინფრასტრუქტურის მოსაწყობად. თუ-ჯი, ფოლადი, დურალუმინი, სილუმინი, ბრინჯაო, თითბერი - ეს ის შენადნობებია, რომელთაგან მრავალი სამხედრო ნაკეთობა მზადდება.

ფეთქებადი ნივთიერებები

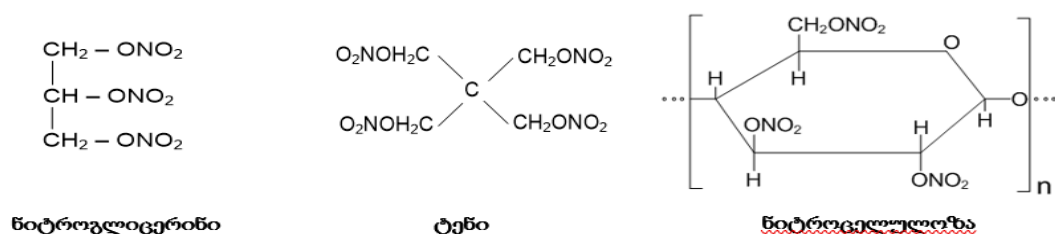
თანამედროვე სამყარო ძნელი წარმოსადგენია ფნების გარეშე. აფეთქება - ფნების ექსკლუზიური, უმნიშვნელოვანესი თვისებაა. ეს „სწრაფი“ ენერგიაა, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას არამხოლოდ ომში, არამედ მშვიდობიან პერიოდშიც: სამთო საქმეში, ინფრასტრუქტურის მოწყობისას და ა.შ.

ქვემოთ მოტანილია უმნიშვნელოვანესი ფნების ფორმულები, რომლებიც დაყოფილია ქიმიური ნივთიერებების კლასებისადმი მათი მიკუთვნების შესაბამისად:¹³

პოლინიტროარომატული PNA ნაერთები:

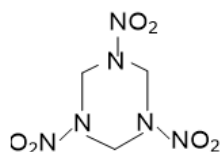


აზოტმჟავას ესტერები

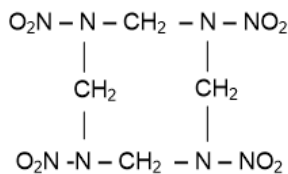


ნიტრამინები

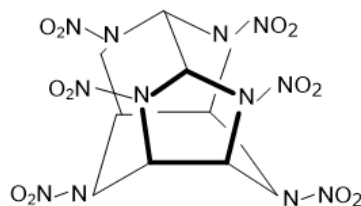
¹³მ. ნადირაშვილი „ვადაგასული პოლინიტროარომატული ფეთქებადი ნივთიერებების უტილიზაციარეციკლირების მეთოდოლოგიის კვლევა“, სსიპ - დავით აღმაშენებლის სახელობის საქართველოს ეროვნული თავდაცვის აკადემია, შრომები, N1, გვ. 52-60, გორი, 2023.



ჰექსოგენი



ოქტოგენი



CL-20

უკანასკნელი ნივთიერება CL-20 სინთეზირებულია მეოცე საუკუნის ბოლოს აშშ-ში. ის, დღეს ცნობილ ფნებს შორის ერთ-ერთი ყველაზე მაღალი სიმძლავრის მქონე ფეთქებადი ნივთიერებაა.¹⁴

დასკვნა

და ბოლოს, უმნიშვნელოვანესი სამხედრო ამოცანების გადაჭრა შეუძლებელია იმ ქიმიური ნივთიერებების, მასალების, ხელსაწყოების გარეშე, რომლებიც ქიმიური მეცნიერების მიერაა შექმნილი.

დღეს არსებული მასობრივი განადგურების იარაღის, ასევე „ჩვეულებრივი“ შეიარაღების სახეობებისა და მათგან დაცვის საშუალებების შექმნა დიდწილად ქიმიურ პროცესებზეა დამოკიდებული. არც ისაა საკამათო, რომ ქიმიის გარეშე შეუძლებელია ტროტილის, ტენის, პიკრინმჟავას, ოქტანტროკუბანის, CL-20-ის, ამონიტების, დენტებისა და სხვა ფეთქებადი ნივთიერებების სინთეზი და დანიშნულებისამებრ გამოყენება; ამონიუმის ქლორიდით, ფოსფორის ანჰიდრიდით და ა. შ. „კვამლის ფარდის“ მომზადება; აირწინაღების შექმნა და მოწამლული ობიექტების დეგაზაცია ანტიდოტებით, ანუ სპეციალური ქიმიური რეაგენტებით; ცეცხლგამჩენი ნარევების მომზადება, ცეცხლმაქრების გამოყენება, ტუტე და მჟავური აკუმულატორების გამართვა; კოროზიისაგან დაცვის ქიმიური საშუალებების, კაუჩუკის, რეზინის, პოლიმერების, ქიმიური ბოჭკოების, საწვავ-საცხები მასალების, ფარმაცევტული პრეპარატების შექმნა; ქიმიური სამშენებლო მასალების, მეტალებისა და შენადნობების გამოყენება და მრავალი სხვა ქიმიური ოპერაციების შესრულება.

¹⁴ U.R. Nair, R. Sivabalan, et al., Hexanitrohexaazaisowurtzitane (CL-20), CL-20 based formulations (review), Combustion, Explosion and Shock Waves, Volume 41, March 2005. pp. 121-132.

... ამ, მიმოხილვით, გვსურს წარმოვაჩინოთ სამხედრო მეცნიერებაში ქიმიის როლი და მნიშვნელობა. ეს საბუნებისმეტყველო მეცნიერება, ფიზიკასთან და სხვა მეცნიერებებთან ერთად, არის ის ბაზისი, რომელზეც დგას თანამედროვე სამხედრო საქმე...

ბიბლიოგრაფია

- Нениценку, К. Общая химия, «Мир», Москва, 1968, с.737-769, 773.
Глинка, Н. Л. Общая химия, изд. «Химия», 1975, с. 54-59, 179.
Лоуренс, У. Л. «Люди и атомы», Москва, 1967, 24.
იუნგი, რ. „ათასი მზის ელვარებით“, თბილისი, 1977, 37.
Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия, Высшая школа, Москва, 1973. с. 14-15.
Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала Органической химий, т.І., Изд. Химия, Москва, 1969. с. 12, 13, 299-302, 328.
Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала Органической химий, т.ІІ., Изд. Химия, Москва, 1969. с. 124.
Химический энциклопедический словарь. Советская энциклопедия, Москва, 1983. сс. 294, 542, 615.
ნადირაშვილი, მ. „ვადაგასული პოლინიტროარომატული ფეთქებადი ნივთიერებების უტილიზაცია-რეციკლირების მეთოდოლოგიის კვლევა“, სსიპ დავით აღმაშენებლის სახელობის საქართველოს ეროვნული თავდაცვის აკადემია, შრომები, N1, გვ. 52-60, გორი, 2023.
Nair, U.R. Sivabalan, R.ets., Hexanitrohexaazaisowurzitane (CL-20), CL-20 based formulations (review), Combustion, Explosion and Shock Waves, Volume 41, March 2005. pp. 121-132.