

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
არაორგანული ქიმიისა და ელემენტოქიმიის ინსტიტუტი

ა. ავაქიანი

# ქიმიის პერსპექტივები

(მეორე შეესებული გამოცემა)



„მეცნიერება“  
თბილისი  
1985

წიგნის მიზანია ინტერესის აღძვრა ბუნებისმეტყველების ისეთი მნიშვნელოვანი დარგისადმი, როგორცაა ქიმიის — საფუძველი ადამიანთა კეთილდღეობისა, მეცნიერებისა და ტექნიკის პროგრესისა. გამოკვეთილად არის ნაჩვენები, რომ ყოველდღიურ ცხოვრებაში თითოეული საგანი და ბუნების მოვლენა ფარავს უმარავ საოცრებას, რომელთა ირსში გარკვევა ქიმიის გარეშე შეუძლებელია; ამიტომ გვიჩვენებს ავტორი — ჩაუფიქრდეთ ბუნების თითქოსდა პარადოქსულ მოვლენებს, ეცადეთ მათი აღქმა როგორც ჩვეულებრივი კანონზომიერებისა, რათა გავიადვილოთ სწავლისა და ცხოვრების გზის სიძნელეები.

წიგნის პირველი ნაწილი წარმოდგენილია საინტერესო კითხვა-პარადოქსების სახით, ხოლო მეორე ნაწილი ეთმობა პარადოქსულად მიჩნეულ მოვლენათა ახსნას. მასალის ამგვარი გადმოცემა გამიზნულია მოსწავლე ახალგაზრდობაში შემოქმედებითად აღქმის ჩვევათა გამომუშავებისა და განვითარებისათვის.

ხაზგასმულია ქიმიის გადამწყვეტი მნიშვნელობა ჩვენი ყოველდღიური ცხოვრებისათვის, მისი აუცილებლობა და მკიდრო კავშირი სხვა დისციპლინებთან — ფიზიკა იქნება ეს, ბიოლოგია, მედიცინა, ისტორია, მეცნიერებისა და მრეწველობის სხვადასხვა დარგი, სოფლის მეურნეობა, რაკეტული ტექნიკა, ატომური ენერგეტიკა და სხვ.

წიგნი შედგება 14 თავისაგან: 1. სიცოცხლის ქიმიის; 2. ბუნება — დიდოსტატი; 3. ქიმიის ექიმის კაბინეტში 4. ქიმიის და ისტორიის; 5. ქიმიის პოეზიის მხარდამხარე; 6. ქიმიის ჩვენ გარშემო; 7. ლაბორატორიებსა და საამქროებში; 8. რაც სახელმძღვანელოში შეიძლება ვერ ვნახოთ; 9. „ცისფერი პლანეტის“ საოცრება; 10. მაღალი პარამეტრების სამყაროში; 11. შეტევა. ენერჯის მუდმივობის კანონზე; 12. ელექტროდენი და ქიმიის; 13. „რევოლუციის ლითონები“; 14. ომის-დროინდელი ჩანაწერებიდან.

წიგნი ნაგარაუდევია მკითხველთა ფართო წრისათვის, აგრეთვე როგორც დამხმარე სახელმძღვანელო ქიმიის-ბიოლოგიის პედაგოგებისათვის, კერძოდ, პრობლემური სიტუაციის მქონე გაკვეთილების საინტერესოდ წარმართვის მიზნით.

## ა ვ ტ ო რ ი ს ა გ ა ნ

„ადამიანის ფიქრის ერთი საქებური თვისება მოვლენათა მიზეზების ძიებაა“

ვ ა ჟ ა - ფ შ ა ვ ე ლ ა

ცხოვრებას, ბუნების მოვლენებსა და კანონზომიერებებს, კულტურის, მეცნიერებისა და ტექნიკის საკვირველ მონაპოვრებს ჩვენ ვეცნობით სახელმძღვანელოებისა და წიგნების მეოხებით. მაგრამ ბევრი რამ თვითონაც უნდა დაეინახოთ, ვიგრძნოთ და განვიცადოთ. სწავლა არაფერია ინტერესის გარეშე, დაკვირვებისა და გაკვირვების უნარისა და ჩვევების გარეშე.

ქიმიაში, ისევე როგორც ბუნებისმეტყველების სხვა სფეროში, ბევრ ისეთ მოვლენას შეიძლება წავაწყდეთ, რომელიც პირველი შეხედვით უჩვეულოდ, პარადოქსულად შეიძლება მოგვეჩვენოს. მაგრამ ეს პირველი შეხედვით. ხოლო თუ ასეთ მოვლენას უფრო ღრმად და საფუძვლიანად ჩაუვკვირდებით, ყველაფერი თავის ადგილზე აღმოჩნდება. მეცნიერთა შრომა სწორედ მას შემდეგ გახდა ნაყოფიერი, რაც მათ ისწავლეს არაჩვეულებრივის გამოვლენა ყოველდღიურ, თითქოსდა უინტერესო მოვლენებში და, პირიქით, პარადოქსულის აღქმა როგორც ჩვეულებრივი მოვლენისა.

თანამედროვე ტექნიკისა და მეცნიერების მიერ მოპოვებული მიღწევები გვარწმუნებს, რომ ბუნების შესაძლებლობანი ნამდვილად ამოუწურავია; მაგალითისათვის აუცილებელი არ არის ფიქრის გადატანა უცხო მხარესა და შორეულ პლანეტაზე. ჩვენს ახლოსაც, ჩვეულებრივ ყოველდღიურობაში თითოეული საგანი, წყლის პატარა წვეთი იქნება ეს, მცენარის ფოთოლი თუ საპნის ბუშტი, უამრავ საოცრებას ფარავს. საჭიროა მხოლოდ დაკვირვებული თვალი და გაკვირვების უნარი.

სასწავლო საგანი არ შეიძლება ჩვენს ყოველდღიურ ცხოვრებასა და, მით უმეტეს, სხვა საგნებთან მჭიდრო კავშირის გარეშე განვიხილოთ.

სწორედ ამიტომ ჩვენ შევეცადეთ შეგვეჩარხა ისეთი კითხვა-პარადოქსები, რომელნიც ქიმიას დააკავშირებდნენ ცხოვრებისეულ მოვლენებთან, სხვა დისციპლინებთან, ფიზიკა იქნებოდა ეს, ლიტერატურა,

მათემატიკა, მედიცინა, ასტრონომია, ბიოლოგია, ისტორია თუ ახალი ტექნიკის სხვადასხვა დარგი.

მაგრამ არ იფიქროთ, რომ ეს იყოს ნაძალადევი კავშირი — ქიმიას ზომ ისედაც ყველგან უდგას ფეხი; არა მარტო ონკანში მომდინარე ანკარა წყალი, ფუნთუშა პური და გემრიელი საქმელი, არამედ ტანსაცმელი და ფეხსაცმელი და ჩვენ გარშემო არსებული ბევრი სხვა უაღრესად აუცილებელი საგანი — ქიმიის წყალობაა. საღებავი, რომლითაც ეს ტექსტია აღბეჭდილი, შენადნობები, რომლითაც ასობია ჩამოსხმული და ბოლოს — ქალაღი, რომელზედაც თვით წიგნია დაბეჭდილი — ქიმიის მონაპოვარია. ქიმიკოსთა დაძაბული შრომის გარეშე არ გვექნებოდა ახალი ტექნიკის საოცრება — თვითმფრინავები და რაკეტები, საზღაპრო სისუფთავის ნახევარგამტარები (და, მამასადაამე, კინო, ტელევიზორი, რადიო), ატომგულური საწვავი და ვინ მოსთელის, კიდევ რამდენი სხვა რამ.

ჩვენს ყოველ მაჯისცემას, ამოსუნთქვას, აზროვნების პოეტურ გაეღვებას, ხალისიანად ყოფნასა თუ უგუნებობას აგრეთვე რთული ქიმიური პროცესები უძევს საფუძვლად — ზოგი შეცნობილი და ზოგიც ჯერ კიდევ შეუცნობელი. ამიტომ თითქოს თავისთავად ცხადი უნდა იყოს — რაოდენ აუცილებელია ქიმიის საწყისების ცოდნა ყოველი ჩვენთაგანისათვის. მაგრამ ნუ შეშინდებით — მოგიწოდებთ არა რთული ფორმულების დაუფლებისაკენ, არამედ ჩვეულებრივი მოვლენების არსზე დაფიქრებისა და შეცნობისაკენ, რა სპეციალობაც არ უნდა გექონდეს და ვინც არ უნდა ვიყოთ — მოსწავლე თუ მასწავლებელი, მეცნიერი თუ დიასახლისი, ჯარისკაცი თუ ოფიცერი, ინჟინერი თუ მუშა, მოხუცი თუ ახალგაზრდა — საჭიროა შეგვეძლოს მარტივი კითხვა მაინც დაეუსვათ ამ ყოვლისშემძლე ჯადოქარს — ქიმიას — როგორი ჰაერით ვისუნთქოთ (ამასაც ცოდნა უნდა!), როდის რა წამალი ვარჩიოთ, რა ვჭამოთ და რა ვსვათ, რა ჩავიცვათ და დავიხუროთ, როგორ დავისვენოთ. მოვისმინოთ, სწორად გავიგოთ მისი კეთილი რჩევა და ყურად ვიღოთ იგი. ეს ბევრად გამოგვადგება ჩვენი ცხოვრების ყოველ ნაბიჯზე — სიყრმესა და ხანდაზმულობაში, კარგად ყოფნისა თუ ავადმყოფობის დროს. ამჟამად ბუნებისმეტყველებისა და უწყინარესად კი ქიმიის ზოგიერთ საფუძვლებში გარკვევა თითოეულისათვის ისევე აუცილებელია, როგორც წერა-კითხვის ცოდნა (ცხადია, თუ ცხოვრება გვინდა გავიადვილოთ).

ამიტომ გთავაზობთ ამ კითხვა-პარადოქსებს და გვინდა, რომ ბოლომდე ჩაიკითხოთ იგი — იქნებ თქვენც დაგებადოთ ახალი საკითხები — გაგვანდეთ, ნუ მოგერიდებათ — ერთად ვიფიქროთ!



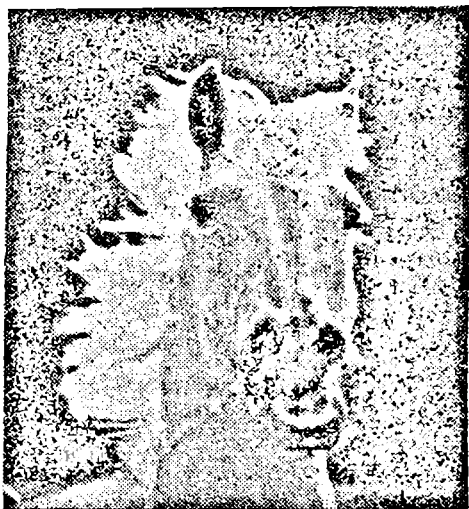
ნაწილი პირველი  
პითხვები-პარაღოქსები



## 1. სიბოცხლის ქიმიკა

### 1. თეთრი კვიცი

მეგობართან ერთად ფერწერის გამოფენას ვათვალიერებთ. ჩვენი შეხედულებები ერთმანეთს არ ემთხვევა და კამათიც მოგვდის.



რა შეედრება თეთრი ცხენის  
ლაზათსა და სილამაზეს!

მეგობარი ერთი იმათაგანია, ვინც სიზმარში ცხენებს ხედავს (ომის დროს ცხენოსან ჯარში მსახურობდა), ამიტომ არ გამკვირვე-

ბია, როდესაც მან ერთ მოზრდილ ტილოს მიაპყრო მზერა — მასზე თავაწყვეტილი ცხენების რემა იყო გამოსახული.

— დინამიკურია, არა? — ჩავერთე მის ფიქრებში.

— დინამიკურია, მაგრამ... არარეალური!

— ახირებული კაცი ხარ, თორემ რას ხედავ აქ უცნაურს? ჯერ ამ ცხენის მეტყველ თვალებს დააკვირდი, თითქოს უკვირსო...

— ...თეთრი კვიცი საიდან გამიჩნდაო, არა? — ირონიულად გადმომხედა მეგობარმა.

— ხელოვანს ეპატიება განზოგადება! — ვცადე მისი გადმობირება, მაგრამ ამოდ — იგი იმპრესიონისტულ თვალთახედვას არ იზიარებდა.

მაგრამ თეთრი კვიცი რა შუაში იყო აქ?

## 2. ლეოპარდის გული

მოხდა გაუთვალისწინებელი; ზოოპარკიდან გაიქცა ლეოპარდი, რომელიც თითქოს საბოლოოდ იყო შეგუებული გალიას (იქ დაიბადა კიდეც) და თავის ბედს, მაგრამ არ უნდა გაგვიკვირდეს, რომ თავისუფლების ინსტინქტმა სძლია ყველაფერს!

იგი მოხდენილი ნახტომით გადაეგლო ღობეს და გაუჩინარდა.

ატყდა განგაში, გამოუძახეს შეიარაღებულ რაზმს. დიდხანს უთვალთვალდნენ იმ ადგილს, სადაც თითქოს მხეცს თავი უნდა შეეფარებინა, მაგრამ ჩქამი არსაიდან ისმოდა. ფრთხილად დაიწყეს მიახლოება; და აი, ვილაცამ თვალი მოჰკრა შავ ლაქას. ისევ ცდა, ისევ მიახლოება. ბოლოს ზედ მიადგნენ კიდეც და... აი საკვირველება: ლეოპარდი მკვდარი აღმოჩნდა!

რა უნდა მომხდარიყო?

## 3. რატომ არ ინელეგს კუჭი თავის თავს?

კარგად არის ცნობილი, რომ ჩვენი კუჭის შიგნითა გარსის (ეპითელიუმის) ერთფენოვანი უჯრედები გამოყოფენ მნიშვნელოვან ფერმენტს — პეპსინს; სწორედ მისი მეოხებით ხდება საჭმლის ცილის დაქუცმაცება და მოსანელებლად მომზადება. აქ, ცხადია, თავისთავად ისმის კითხვა — როგორ ხდება, რომ კუჭი არ ინელეგს თავის თავს?

იგივე ითქმის კუჭქვეშა ჯირკვლის შესახებაც. იგი გამოყოფს მეორე მნიშვნელოვან ფერმენტს — ტრიპსინს, რომელიც აგრეთვე განაპირობებს ცილების გადამუშავებას. მაგრამ თვით კუჭქვეშა ჯირკვალის ხომ ძირითადად ცილებისაგან შედგება? მაშ როგორღა გადაურჩება იგი მონელებას?

#### 4. ადამიანის ზონების ყველაზე მინიმალური აღმოჩენა

ბევრ გენიალურ აღმოჩენასა და გამოგონებამდე მიუყვანია ადამიანის გონების გამჭირახობას და მოვლენათა განზოგადების უნარს. მათ შორის ქიმიკოსებს ეგულებათ ერთი დიადი და შესანიშნავი აღმოჩენა, რომელიც ჩვენი ყოველდღიური არსებობის საფუძველთა საფუძველია უხსოვარი დროიდან. ეს გენიალური აღმოჩენა ერთბაშად არ მომხდარა და არც ავტორია ცნობილი, მაგრამ სწორედ მისი მეშვეობით სულდგმულობს თითქმის მთელი კაცობრიობა, დიდი თუ პატარა, კაცი თუ ქალი — საზრდოობს და ენერჯიას იძენს როგორც ფიზიკური, ისე გონებრივი მუშაობისათვის. ამ ბედნიერი აღმოჩენის გარეშე ადამიანი ალბათ გაცილებით გვიან დააღწევდა თავს პირველყოფილ მდგომარეობას.

მაგრამ ამ საოცარი სიკეთის სიდიადეს ზოგჯერ ნაკლებ ყურადღებას ვაქცევთ. აღრინდელ ეპოქებში კი მას ნამდვილად მეტი დაფასება ჰქონდა — იმდენად დიდი, რომ იგი ხშირად მღელვარებისა და აჯანყების საბაბიც კი გამხდარა.

რომელია ადამიანის ეს უდიდესი გამოგონება — მისი კეთილდღეობისა და პროგრესის ძირითადი ქვაკუთხედი?

#### 5. მთავარი და უაუტვლელი კვინტესენცია

ჰაერის შემდეგ ჩვენს ორგანიზმს ყველაზე მეტად წყალი სჭირდება; მის გარეშე კვირაზე მეტ ხანს იშვიათად თუ გასტანს ადამიანი მაშინ, როდესაც უკმელად ორ თვემდეც კი ძლებს.

მაგრამ ადამიანს შეიძლება წყალიც და საკმელიც სამყოფი ჰქონდეს, ხოლო ერთი მცირე დანამატის გარეშე თვეზე მეტ ხანს ვერ იარსებოს.

ალქიმიკოსები მას მეხუთე მთავარ რაობად — „კვინტესენციად“ მიიჩნევდნენ და არც უსაფუძვლოდ: იგი არის ერთადერთი პროდუქტი, რომელსაც შემცვლელი არ მოეძებნება!

რომელია ეს მცირე, მაგრამ ესოდენ მნიშვნელოვანი დანამატი?

#### 6. ბენიოსთა უნებური ხარკი არცოდნას

როდესაც წარსული საუკუნეების მეცნიერი-გიგანტების — ისაკ ნიუტონის, მაიკლ ფარადეის, მიხეილ ლომონოსოვის ბიოგრაფიებს ეცნობი, არ შეიძლება ერთმა უცნაურმა დამთხვევამ არ გაგაკვიროს: სიცოცხლის უკანასკნელი ათეული წლები მათთვის საკმაოდ ტრაგიკული იყო — სამივე მათგანი ერთნაირი სიმპტომების მქონე ავადმყოფ-

ფობას უჩიოდა — უძილობას, დეპრესიას, აზრის აკვიატებულობას, შრომის უნარის ძლიერ დაქვეითებას. მ. ფარადეის, მაგალითად, ბოლო თხუთმეტი წლის მანძილზე საერთოდ დაკარგული ჰქონდა მეხ-



უნებურ არცოდნას მეცნიერების კორიფეებიც უხდიდნენ ხარკს!

სიერება! დარწმუნებით შეიძლება ითქვას, რომ საკაცობრიო კულტურასაც ამის გამო ბევრი დააკლდა, ვინაიდან ვინ უწყის — გენიოსთა როგორ და რამდენ ნააზრევს ვეღარ შეესხა ხორცი!

რა შეიძლება ვიფიქროთ მათი ასეგვარად ერთნაირი მძიმე ხვედრის შესახებ? გამოდის, რომ აგრეთვე გენიოსის ლევ ტოლსტოის მტკიცება — „ყველა უბედური ოჯახი უბედურია თავისებურად“ — ყოველთვის სწორი არ არის?

## 7. დინამიკით ინფარაბტის წინააღმდეგ!

ბერგმაისტერთან ორიოდ თვის წინ სამუშაოდან წასული ამფეტექბელი გამოცხადდა და თითქმის ცრემლმორეულმა ითხოვა სამუშაოზე აღდგენა. „თუნდაც უხელფასოდ“ — იხვეწებოდა იგი. მიზეზად უცნაურს ასახელებდა:

— აღარ შემიძლია დინამიკის გარეშე! მკლავს მარცხენა ხელის დაბუფება, ტკივილი გულში! სიკვდილის შიში ამეკვიატა!

— ლაზარეთშია შენი აღგილი და არა შახტში, ისიც ამფეტექბლად! — უკვირს ბერგმაისტერს.

— ბატონო ჩემო! არ დაიჯერებთ — რა შვების მომტანია დინამიტის მტვერის ჩასუნთქვა!

— მე ისე ვატყობ — თქვენ ჩქარა დინამიტის ლეჰვასაც დაიწყებთ!

რამდენად საფუძელიანია ამფეთქებლის აკვიატებული აზრი და ბერგმაისტერის წინასწარმეტყველება?

### 8. პიანი ხილის მუშტარი

ამ დიალოგს ბაზარში შევესწარი:

— თუ დამაცლი, ჩემო დაო, მე თვითონ აგიწონი საღ ვაშლებს! თქვენ კი, როგორ გკადრათ, და არჩევა არ გკოდნიათ — ჭიანებსაც აწყობთ! — ეუბნება გლეხი ხანში შესულ მანდილოსანს.

— მე მცირედ ჭიანებს ვარჩევ — შვილიშვილისთვის მინდა!

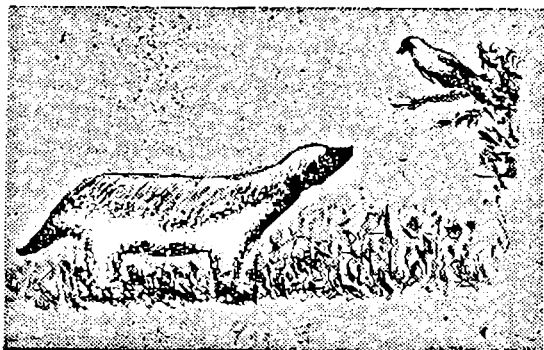
გამყიდველს უყვირს — არ იცის, რა იფიქროს — როდის იყო, რომ ბავშვისათვის ჭიან ვაშლს არჩევდნენ! მყიდველი კი „ცეცხლზე ნათეს ასხამს“:

— მე, ძმაო, ექიმი ვარ და ვიცი, რასაც ვაკეთებ! ზოგჯერ ქიმიის მეტად უნდა გეშინოდეს, ვიდრე ჭიანს! ბავშვს ალერგია აქვს და ვშო-შობ — ახალ ქიმიურ საშუალებათა ბრალი არ იყოს!

საკითხავია — ასე რატომ შეაშინა ქიმიამ პატივცემული ექიმი?

### 9. მოუხელაგლის მოხელაგალი

საკვებად შეიძლება გამოდგეს მხოლოდ ის, რისი მონელება შეიძლება. ბევრ ცხოველს უყვარს, მაგალითად, თაფლი — სასარგებლო და სასიამოვნო საკმელი, ხოლო რაც შეეხება სანთელს, მისი მო-



თაფლის მიმნიშნებელი ჩიტი და თაფლიკამია მაჩვი.

ნელემა არც ერთი ცხოველის კუქს არ შეუძლია, ამიტომ არც არავინ ეტანება მას. ცნობილია მხოლოდ ერთი საკვირველი გამონაკლისი: აფრიკაში არის პატარა ნაცრისფერი ჩიტი, რომელიც დიდად დამეგობრებულია მაჩვთან. როგორც კი ეს ჩიტი სადმე ხის ფულუროში სკას აღმოაჩენს, დაუყოვნებლივ მოძებნის „მეგობარს“ და ფრენა-ფრენით წაუძღვება ხოლმე ფუტკრების სამყოფელისაკენ. თავლის მოყვარული მაჩვი ანადგურებს სკას, ჩიტი კი ხარბად შეექცევა სანთელს; და ეს მიუხედავად იმისა, რომ მის კუქ-ნაწლავს, როგორც აღვნიშნეთ, სანთლის მონელების უნარი არ შესწევს.

მაშ რისთვის შეექცევა ეს საოცარი ჩიტი სანთელს?

#### 10. როგორი ჰაერით ვისუნთქოთ?

კარგა ხნის წინათ მეცნიერებმა ასეთი ცდა ჩაატარეს: მინის ხუფის ქვეშ მოთავსებულ ცხოველებს — ძაღლებს, კურდღლებს, ზღვის გოჭებს აწვდიდნენ ჩვეულებრივი ბამბის ფენაში გატარებულ ჰაერს. მიუხედავად იმისა, რომ ჰაერის შედგენილობა და ტენიანობა არ იცვლებოდა და ცხოველებს კარგად კვებავდნენ, ისინი ჩქარა დაიხოცნენ. რა მავნეობას უნდა სძენდეს უბრალო ბამბა ჰაერს?

#### 11. „ღიბა“ სახელმწიფო დამნაშავეთათვის

კარგად არის ცნობილი (მაგრამ, სამწუხაროდ, ნაკლებად დასული ჩვენს შეგნებამდე) ის არასასურველი შედეგები, რაც ზოგიერთ გადამეტებას მოსდევს კვების საქმეში. რამდენი უსიამოვნება შეიძლება გვექონდეს ხანდაზმულობაში, თუ ახალგაზრდობაში, მაგალითად, მწარით, ცხარით და მარილიანით ვიყავით გატაცებული. სტატისტიკა ადასტურებს, რომ მარილის მოხმარების პირდაპირპროპორციულად გაიზარდა ჰიპერტონიით, ტვინის სისხლძარღვთა, ათეროსკლეროზით, პოლიართრიტით და რევმატიზმით დაავადებულთა რიცხვიც. ასეთ შემთხვევაში ექიმები იძულებულნი არიან დანიშნონ ნაკლებმარილიანი და ზოგჯერ დროებით უმარილო დიეტაც კი.

ამასთან დაკავშირებით გაკვირვებას იწვევს ის ფაქტი, რომ ზოგიერთი ქვეყნის, კერძოდ, ჰოლანდიის ძველი კანონის მიხედვით, საშიშ სახელმწიფო დამნაშავეებს ... ამგვარსავე დიეტას უნიშნავდნენ — პურსაც კი უმარილოს აძლევდნენ!

რით შეიძლება ავხსნათ ასეთი „ზრუნვა“ და ისიც სახელმწიფო დამნაშავეთა ბედზე?

## 12. ვიცოცხლოთ ათას თვეზე მეტი!

— ვინ უფრო დიდხანს ცოცხლობს?

— რასაკვირველია, ვეგეტარიანელი! — პასუხობენ ბოსტნეულის თაყვანისმცემლები და იმოწმებენ ბევრი გამოჩენილი ადამიანის ცხოვრებას. პითაგორა და სენეკა, პლატონი და ლეონარდო და ვინჩი, ლევ ტოლსტოი და ბერნარდ შოუ ვეგეტარიანელები იყვნენ, რომ აღარაფერი ვთქვათ რაბინდრანათ თაგორსა და მახათმა განდიზე ან ბევრ გამოჩენილ სპორტსმენზე. დაძაბული გონებრივი თუ ფიზიკური შრომის მიუხედავად, ბევრმა მათგანმა ბედნიერად გადააბიჯა საბედისწეროდ მიჩნეული 1000 თვის (ე. ი. დაახლოებით 84 წლის) საზღვარს. ბევრი ქვეყნის მეცნიერებიც ხომ დიდ როლს ანიჭებენ ნატურალური და რაციონალური კვების საჭიროებას. ანგარიშგასაწვევია ის გარემოებაც, რომ ხანდაზმულთა დიდი უმრავლესობა სოფლის მცხოვრებია და ძირითადად ბოსტნეულით იკვებება.

მაშ რაღა დავგრჩენია — ვარჩიოთ ბოსტნეულით კვება?

## 13. ძივია და კოსმეტიკა

კვლევეთი ინსტიტუტის დირექტორს ახალგაზრდა ქიმიკოსი ქალიშვილი ეახლა. საბუთები გაუწოდა და გასაუბრებას დაელოდა.

დირექტორმა დახასიათების კითხვა ჩაათავა.

— კარგი ანალიტიკოსის სახელი გქონიათ! — კმაყოფილებით ასკვნის იგი და ქალიშვილის სანდომიან სახეს სათვალის ზემოდან აკვირდება. უცებ მზერა მის შეღებულ ქუთუთოებს შეაელო, წარბი შეიკუმუხნა, თითქოს უსიამოვნო რამ გაახსენდაო, ადგა და ფანჯარასთან მივიდა.

— ერთი მითხარით, არ შეგიძლიათ... კოსმეტიკას თავი დაანებოთ? ქალიშვილმა არ იცის — რა უპასუხოს. გულში კი ფიქრობს — „რა ესაქმება ამ ხნის კაცს ჩემს კოსმეტიკასთან!“

პასუხის დაყოვნებას უფროსი უარის ნიშნად თვლის და საბუთებს უკან უბრუნებს.

— ჩვენ თუთიის ზუსტი ანალიზისათვის ვეძებთ ანალიტიკოსს! იმედია, გამიგებთ და არ გეწყინებათ!

რატომ არ უნდა ეწყინოს ასეთი გაწბილება გამოცდილ ანალიტიკოსს?

#### 14. რაფინირებული უფრო მავნაი

— რატომ რაფინადი არ იყიდე? — ტუქსავს დედა შვილს.

— რა ვიცი — გუშინ ლექტორმა საათიანი ლექცია წაგვიკითხა — ადამიანთა ჯანმრთელობა მას შემდეგ გაუარესდა, რაც რაფინირებული პროდუქტების მიღება ვისწავლეთო! შაქარი, ზეთი, სპირტი პურიც კი ნატურალური ხორბლის არის უფრო მარგებელიო!

— სპირტი რომ არც სუფთა ვარგა და არც განზავებული, ამაში თქვენი ლექტორი მართალია, მაგრამ დავიჯერო — მის ოჯახში არც ჩაის სვამენ, არც თეთრ პურს ჭამენ? ქიმიკოსი მაინც არ იყოს — სულ ქიმიურად სუფთა რეაქტივების ქებაშია ხოლმე, შენ არ ამბობდი?

— თვითონ ასე ირწმუნება — ცოტა თაფლი და ხილი უკეთესია, ვიდრე შაქარიო, მით უმეტეს — რაფინირებულიო!

— იმიტომ არის ასე გამხდარი — მშობელი, ეტყობა, ვერ ელევა რაფინადის სიკეთეს.

რატომ ასე გაუმეტებია პატივცემულ ლექტორს რაფინირებული პროდუქტები?

#### 15. სასჯელი ინიციატივისათვის

— რატომ დასაჯე ხელქვეითი? — ვეკითხები ტიტანის დამუშავების საამქროს უფროსს, რომელიც, ეტყობა, ჯერ ისევ ვერ დამშვიდებულა უსიამოვნო ინციდენტის შემდეგ.

— სულელური ინიციატივისათვის — ჩვეულებრივი აირწინადით აპირებდა ინერტული აირის გარემოში შესვლას. თანაც თავს იმართლებს — მხოლოდ ერთი წუთითო! წარმოგიდგენია?

— კიდევ კარგი, დროულად განარიღე საშიშროებას! რა საშიშროებაზეა ლაპარაკი?





## 11. ბუნება — რიმოსჯაში



### 16. ბუნება — ბრძინი და მწყალობალი

ქართული ფუტკარი განთქმულია თავისი თვინიერი ხასიათით, მაგრამ მისი ნესტარის სიმწვავეც დიდხანს მწარე მოგონებად შემორჩება ხოლმე მენსიერებას.

ზოგს შეიძლება გაუკვირდეს — ადამიანის ასეთ დიდ მოკეთეს რატომ უნდა ჰქონდეს ამგვარად შხამიანი ნესტარი, მაგრამ ვინაიდან ბუნება ყოველთვის ბრძნულად იქცევა, ამიტომ ფუტკარსაც აქვს გამართლება: იგი გესლავს მხოლოდ მას, ვისაც „დაუბატოებელ სტუმრად“ მიიჩნევს. თავლის მოყვარულთა რიცხვი კი, როგორც ვიცით, არც ისე მცირეა!

რა უნდა მოიმოქმედოს, მაგალითად, მწერმა, თუ სკას თავი ეწვია? ცხადია, უნდა დაგესლოს ეს კი ისე სწრაფად ხდება, რომ „სტუმარი“ გაქცევასაც ვერ ასწრებს — იქვე გააფრთხობს ხოლმე სულს!

მაგრამ რა ხელს აძლევს ფუტკრებს თავის სიკვდილი? მას ხომ გარეთ ვერ გამოათრევენ! არადა თავის ლეში ხომ ჩქარა გაიხრწნება და მოწამლავს იჭაურობას!



მუშა-ფუტკარი ბუნების ერთ-ერთი საოცარი ქმნილებაა, აღჭურვილი ნექტარის მოპოვების, შენახვისა და გადაშეშავების რთული მინიატურული ორგანოებით. მას აქვს: სამი უბრალო (1) და ორი რთული თვალი (2); შებენების რეცეპტორი-ანტენა (3); ყბები (4) მტვრიანასა და ცვილის საღებავად, უჭრედების საშენებლად; ზორთუმი (5) ნექტარის, წყლისა და თაფლის შესასრუტავად; ჭაგრისებით (6) იგი ასუფთავებს ანტენას. შუათანა ფეხებით (7) აგროვებს ცვილს; გრძელი ბრჭყალებით (8) ეკიდება ყვავილს; ბასრი ნესტარი (9) დამალულია მუცელში; უკანა სეგმენტებს შორის (10) გამოიყოფა ცვილი; ყვავილის მტვრიანა გროვდება სპეციალურ „კალათეში“ (11).

მაგრამ ბუნებამ შრომისმოყვარე ფუტკრებს, საბედნიეროდ, აქაც გადმოხედა წყალობის თვალით.

რა გვაქვს მხედველობაში?

#### 17. რატომ არ არის ორგანიზმში ჟანგბადის მარაგი?

სუნთქვა უპირველესია ფიზიოლოგიურ ფუნქციათა შორის. განსაკუთრებით აუცილებელია ჟანგბადი ტვინის უჭრედებისათვის. მიუხედავად იმისა, რომ ეს უკანასკნელი ორგანიზმის მასის მხოლოდ 2%-ს შეადგენს, იგი ჩასუნთქული ჟანგბადის 20%-ს მოიხმარს! ამიტომ არის ეს ელემენტი მიჩნეული გრძობა-გონების სინონიმად. მის გარეშე არ არის არც აზროვნება, არც ხალისი მუშაობისა და არც კარგი გუნება-განწყობილება!

საინტერესოა ასეთი კანონზომიერება: სიცოცხლის რაც უფრო მაღალორგანიზებულ ფორმასთან გვაქვს საქმე, მით უფრო აუცილებელია მისთვის ჟანგბადი. მეორე მხრივ, ცნობილია ისიც, რომ ბუნება ყოველნაირად ცდილობს სიცოცხლის არსებობის უზარუნველყოფას, რისთვისაც ორგანიზმში ქმნის საჭირო ნივთიერებათა — ცხიმების, ნახშირწყლების, მარილების, ვიტამინების მარაგს. მით უფრო საკვირ-

ველად უნდა მივიჩნიოთ ის გარემოება, რომ პირველმნიშვნელოვანი ჟანგბადის მარაგის შექმნაზე მას თითქოს არც „უფიქრია“.

მაგრამ ბუნება ხომ ყოველთვის ბრძნულად იქცევა! ნუთუ ამ შემთხვევაში რაიმე წინდაუხედაობა შეიძლებოდა გამოეჩინა მას?

## 18. ოსმოსის სიკეთე

გაყინული ხორცი რომ კარგად ინახება, გასაგებია — ლპობის ბაქტერიების ცხოველმყოფელობა ძლიერ დაბალ ტემპერატურაზე გამოირიცხულია და მათ ზიანის მოტანა აღარ შეუძლიათ.

მაგრამ რატომ ინახება დამარილებული ხორცი ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე წლების განმავლობაში? ამ დროს ხომ ბაქტერიებს თითქოს გამრავლების კარგი პირობები უნდა ჰქონდეთ?

## 19. მუღმივი უზღლის სათავე

ძაღლებისა და კატების ყველა სახეობათა შორის რომ „სამშვიდობო მოლაპარაკება“ საბოლოოდ არის შეწყვეტილი ალბათ ჯერ კიდევ უხსოვარი დროიდან, ამაში ეჭვი არავის ეპარება. ამაზევე მიუთითებს მსოფლიოს მრავალ ენაში დამკვიდრებული გამოთქმა დაძაბული დამოკიდებულების აღსანიშნავად — „ძაღლსა და კატასავით არიანო“.

ამასთანავე გაკვირვებას იწვევს ის მეყსეული რეაქცია, რაც ამ ორი ძველი მოჭიშპის უნებლიე შეხვედრის დროს გამოვლინდება ხოლმე. ამ საქმეში არ შეიძლება ქიმიასაც არ ედოს წილი.

როგორ ფიქრობთ — რა მხრივ?

## 20. აქლემის საიდუმლო

აქლემი! რა დინჯია და მედიდური ეს საოცარი ქმნილება ბუნებისა! თითქოს ჩვენთვის მიუწვდომელი რამ იცისო! და მართლაც, „უდაბნოს ხომალდი“ ფლობს ქიმიის ზოგიერთ საიდუმლოს, რომლის ახსნა მეტად ძნელია. აიღეთ თუნდაც აქლემის საკვირველი ამტანობა — მას შეუძლია, უდაბნოს თაკარა სიციხეში კვირაობით გაძლოს უქმელად და უწყლოდ! დადგენილია, რომ ორგანიზმი ამ დროს საკვებად ხარჯავს ცხიმს, რომელიც კუზის სახით აქვს დაგროვილი, მაგრამ საიდან ივსებს ის წყლის მარაგს?

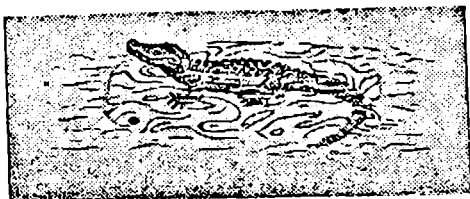
მართალია, აქლემის რთულ სტრუქტურაში არის სპეციალური პარაკუტი სინესტის შესანახად, მაგრამ მისი მარავით ორგანიზმის მხოლოდ მცირე მოთხოვნილება კმაყოფილდება. წყლის გარეშე კი სასიცოცხლო პროცესები თითქოს სახიფათოდ უნდა შეფერხდეს.

კიდევ უფრო საკვირველია აზიის უდაბნო-სტეპებში მობინადრე პატარა მღრღნელის, ე. წ. ცხიმკუდიანი მიწის კურღლის ამტანობა: იგი მთელ სიცოცხლეს ისე ატარებს, რომ წვეთ წყალსაც არ სვამს!

იქნებ ორგანიკოსებმა სცადონ მათი საიდუმლოს ამოცნობა?

## 21. რატომ არ იხრჩობა ნიანგი?

ნიანგი ხმელეთის ცხოველია და წყალში ჩაიყურყუმელავენს ხოლმე იმ უანგბადის იმედით, რომელიც მან ჰაერიდან ჩაისუნთქა. მაგრამ



რატომ არ იხრჩობა ნიანგი?

დახეტ საკვირველებას — შემჩნეულია, რომ იგი წყალქვეშ გაცილებით მეტხანს ყოვნდება, ვიდრე მომარაგებული უანგბადი შეიძლება ეყოს.

რის ხარჯზე?

## 22. „ეშმაკი“ მწერი

მდინარის ან ტბის ჩრდილოვან ნაპირთან ალბათ შეგინიშნავთ მწერი, რომელიც ხშირად ჩაიყურყუმელავენს ხოლმე წყალში საკვებისათვის. საოცარია — რა დიდხანს ძლებს ის წყალქვეშ! ბოლოს მეცნიერები მიუხვდნენ „ეშმაკობას“ — ასეთ მწერს თურმე უნარი აქვს თან ჩაიტანოს ჰაერის პატარა ბუშტულაკი! თითქოს ყველაფერი გასაგებია — წყალქვეშ ყოფნის დროს მწერი სუნთქავს ამ ბუშტულაკში მოქცეული უანგბადით. მაგრამ ეს პატარა არსება კიდევ უფრო ეშმაკი გამოდგა, ვიდრე ჩვენ გვეგონა: ახლო დაკვირვებამ აჩვენა, რომ „მყვინთავი“ 13-ჯერ(!) უფრო დიდხანს ძლებს წყალქვეშ, ვიდრე ჩატიანილი ჰაერის მარაგი შეიძლება ეყოს!

ახლა რა ვიფიქროთ?

— აბა, ბიჭებო, თივას მოვუაროთ, გაშლილი არ დაგვრჩეს, თორემ წვიმას აპირებს, ცოლოა, დასველდება!

— დასველდება და გაშრება, მაგის დარდი გაქვს? — უკვირთ მოხუცი გიგოს ზედმეტი ბეჯითობა ბრიგადის ახალგაზრდა წევრებს.

— გაშრება, მაგრამ გემო და სურნელი ის აღარ ექნება! — ცდილობს ახალგაზრდების დაჭერებას უფროსი.

— გემო რას მიქვია! საქონელი, რომ მოშვიდება, ზამთარში თივას კი არა, ფიჩხს შეჭამს!

მოხუცი გიგო სინანულით აქნევს თავს — იცის, რომ მართალია, მაგრამ რით დაამტკიცოს თავისი სიმართლე?

#### 24. აზოტი რომ უფრო აპტიური იყოს...

ყველანი შეჩვეული ვართ, რომ № 7 ელემენტს „აზოტი“ ჰქვია, მაგრამ ეს სიტყვა ხომ „უსიცოცხლოს“ ნიშნავს! აზოტი კი ყოველი ცოცხალის — მცენარისა თუ ცხოველის არსებობის უპირველესი პირობაა! არის სხვა შეუსაბამობაც: მიუხედავად იმისა, რომ ატმოსფეროში საკმაოდ ბევრი აზოტია (ყოველი კვადრატული კილომეტრი ჰერტობის ზევით მოთავსებული ჰაერის ფენაში 8 მლნ ტონამდე აზოტია!), ადამიანს დიდი შრომის დახარჯვა უხდება აზოტის იმ მცირე ნაწილის შესანარჩუნებლად, რომლის ათვისებასაც მცენარეები ახერხებენ. კიდევ უფრო მეტი შრომაა საჭირო ატმოსფერული აზოტის სამრეწველო მასშტაბით ფიქსაციისათვის რეაქციის უნარის მქონე ამიაკის მისაღებად.

— რა შეუსაბამობაა ბუნებაში! — უნებლიეთ მიჰყვება ჩვენი ფიქრი მსჯელობის ძაფს, — რა იქნებოდა, ეს აზოტი რომ უფრო აქტიური იყოს და უანგბადთან თუ არა, წყალთან მაინც რეაგირებდეს ადვილად!

— დავილუპებოდით და ის იქნებოდა! — აცხადებენ შეშფოთებული ქიმიკოსები — ცოცხალი არაფერი გადარჩებოდა დედამიწაზე, ატომურ ომზე უმოწყალო ცოდვა დატრიალდებოდა ქვეყნად!

ასე რატომ ეშინიათ ქიმიკოსებს აზოტის გააქტიურების?

— რა მოგივიდა, ბიჭო, ასე რამ გაგასუქა ახალგაზრდა კაცი, ჭამის საზღვარი აღარ უნდა იცოდე? — კიცხავს ჭარმაგი მოხუცი თავის უმცროს ნათესავს (ეტყობა, შეჩვეულია ახლობელთა ჭკუის დარიგებას).

— რა ვქნა, ზოგჯერ ვშიმშილობ და სხვა რა ვიღონო?

— შიმშილობას რას ეძახი — ჯერზე ნახევარ დედალს რომ დასჯერდები, არა?

— დღეში ერთხელ ჭამაც მოვიკლო? — უმცროსს ხმაში წყენა ეტყობა — ახლა გადავწყვიტე ვიმკურნალო!

— მაგის ექიმობა ის იქნება, აიღე თოხი ან ბარი ხელში და მამაშენს თუ არა აქვს საქმე, ჩემთან მოდი, მე მოგარჩენ აკაკი წერეთლის რეცეპტით! ხომ გახსოვს — როგორ განკურნა გლეხურმა შრომამ მეფე ვახტანგ გორგასალი?

— მახსოვს — უდასტურებს უმცროსი — მაგრამ თვითონ აკაკიც რომ არ იყო ბარ-წერაქვის დიდი მოტრფიალე?

— ჯერ ერთი, იმ დალოცვილმა ჭამის საზღვარი მაინც იცოდა და, მეორეც, ვაჟაზე რაღას იტყვი — „მაშინ კარგია კაი ყმა,

რო დილა-ბინდზე დგებოდეს...“

— ამასაც გავაკეთებ, ძია გრიგოლ!

— მე ისე ვატყობ, რომ შენ მთავარს არ აკეთებ! არ გავიკვირდეს და სერიოზულად გეუბნები — ხშირ-ხშირად უნდა ჭამო ხოლმე, მაგრამ...

რა აქვს მხედველობაში ჩვენს გრიგოლს?

1	H	He																
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La									Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac															

### III. ქიმიკი ქიმიის კაბინეტი

#### 26. ფტორი — მხარი და ფტორი — მოხვარი

ვისაც ფტორის ყოვლისშემუხრელი ძალის შესახებ სმენია, მას აღარ გაუევირდება, რომ ამ უაღრესად აქტიურ დამყანგველთან უშუალო „ნაცნობობა“ კარგს არაფერს უქადის ჩვენს ორგანიზმს. ამიტომ არის, რომ ფტორის მადნების მოპოვებასა და მისი ნაერთების გამომუშავებაზე მომუშავეთათვის შრომის დაცვის განსაკუთრებული, უაღრესად მკაცრი წესების დაცვაა საჭირო. მანებელია ამ ელემენტის მცირედ გადამეტებული შემცველობაც კი ნიადაგსა და სასმელ წყალში. ფტორი ისეთ ინერტულ მასალასაც კი აზიანებს, როგორც კბილის ემალის, ფხვის მას; მაგრამ დახეი საკვირველებას: კბილის ავადმყოფობას (კარიესს) ექიმები არა ფტორის ზედმეტობას, არამედ მის ნაკლებობას მიაწერენ!

ნუთუ მედიკოსებს „სხვა ქიმიკი“ სწამთ?

#### 27. ალაპრობენები — კი, ღოკინები — არა და არა!

„სიცოცხლის ფესვის“ — ენ-შენის საკვირველი მრავლისშემძლეობა აღამიანმა ჯერ კიდევ ამ ოთხი ათასი წლის წინათ იწამა და არც უსაფუძვლოდ: იგი ხომ უებარ საშუალებად ითვლება არა მარტო დადლილობის გრძნობის გასაქარწყლებლად, არამედ სხვადასხვა სერიოზული დაავადების (დიაბეტი, ტუბერკულოზი, მალარია) შედეგად დაუძლურებული ორგანიზმის სასიცოცხლო ძალების მობილიზაციისა და აღდგენისათვის.

მაგრამ ენ-შენი ძნელად მოსაპოვებელი იშვიათი მცენარეა (იგი ხომ ოქროს დარად ფასობს!). ამიტომ გასაგებია მეცნიერთა მისწრა-



ვენ-შენი — „სიცოცხლის ფესვი“. — ორმოცი საუკუნეა. ემსახურება ადამიანთა მხნეობისა და ჯანმრთელობის საქმეს

ფება — გამოძებნონ მისი შემცველი სხვა მცენარეული რესურსები, ან შექმნან იმავე თვისებების მქონე ხელოვნური საშუალებები — ე. წ. ადაპტოგენები.

— მაგრამ ასეთი ხელოვნური საშუალება ხომ არსებობს — დოპინგი — გაიკვირვებს ალბათ მკითხველი.

დოპინგი, მართლაც, აქარწყლებს დალილობის გრძნობას და ზოგჯერ თითქოს შეუძლებელსაც შეაძლებინებს ხოლმე ადამიანს, მაგრამ ითვლება, რომ მისი მიღება მავნებელია ორგანიზმისათვის და სამართლიანად მიიჩნევენ დანაშაულად.

— სრული ჭეშმარიტებაა — აცხადებენ მეცნიერი-მედიკოსები, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, მიიწვევს განაგრძობენ ადაპტოგენის ძიებას.

როგორ გგონიათ — რით შეიძლება აიხსნას ეს გარემოება?

## 28. მარილი მრელობაზე

მარილი რომ დამღუპველად მოქმედებს ჩვენს უჩინარ, მაგრამ ისეთ საშიშ მტრებზე, როგორცაა ლობობისა და სხვა ბაქტერიები და ბაცილები, ამაში ეჭვი არავის ეპარება. საკმარისია გავიხსენოთ თუნდაც ხორცის, ყველისა და სხვა პროდუქტების შენახვის პრაქტიკა.

მაშ რატომ უნდა იწვევდეს თითქოსდა სასარგებლო მარილის მოხვედრა ჭრილობაზე აუტანელ ტკივილს?

## 29. ბავრია თუ ცოტა 0,0001 % ?

— რა გამომიწერა ეს ექიმმა? 0,0001%-იანმა ხსნარმა რა უნდა მარგოს? — გულწრფელად უკვირს ხოლმე ხანდახან ავადმყოფს ექიმის „სიძუნწე“ — ალბათ ერთი-ორი მოლეკულა თუ იქნება ხსნარში მართლა ენანება ექიმს წამალი ავადმყოფისათვის?



### 30. მსბავსი ყოველთვის მსბავსით არ იპურნება

— დაბალი მეავეობა გქონიათ! — ასკენის ექიმი — საჭიროა ზომების მიღება!

პაციენტი ცდილობს თავისი განსწავლულობის გამოჩენას:

— ალბათ მარილმჟავა უნდა მივიღო ხოლმე, არა?

— არავითარ შემთხვევაში — კატეგორიულად აცხადებს ექიმი.

პაციენტი გაკვირვებულია — განა მარილმჟავას უკმარისობა მარილმჟავითვე არ უნდა შეივსოს?

### 31. ძალაქელი თუ სოფლელი ძალდი?

— ისევ შეცდნენ ჩვენი მომმარაგებლები — მათ ვიღაცამ ქალაქელი ძაღლები მიაჩეჩა! მერამდენედ ვკვეთავთ და ფილტვები სულ ჩამუქებული აქვთ! რა თანხვდენა უნდა მოვთხოვოთ ასეთ ცდებს? — აღელვებს ვერ ფარავს მედიკოსი-ექსპერიმენტატორი.

— იმათაც რა იციან — ძაღლი თვითონ ხომ არ ავსებს ანკეტას — სოფლელი არ გეგონოთ, ქალაქელი ვარო? — „ამშვიდებს“ კოლეგა.

როგორ გგონიათ — რას უნდა ეხებოდეს ასეთი უცნაური საუბარი?

### 32. ეფვიანი ავადმყოფი

— რა უპასუხისმგებლობაა! — აღელვებული მიმართავს ერთი ავადმყოფი მეორეს — ჩემი თვალით დავინახე, სუფთა სპირტი წყლით განაზავა და ისე გაუკეთა კანს დეზინფექცია ექთანმა!

— შენ, ჩემო ძმაო, ისე ვატყობ — ყველაფერზე ექვიანობ! იქნებ ასე იყო საჭირო!

— რას ვექვიანობ, პირველად ხომ არ აკეთებს! მაგდენს ველარ ვხვდები — სად სუფთა სპირტი და სად განაზავებული!

იქნებ თქვენ შეძლოთ ავადმყოფის დამშვიდება — რატომ განაზავა ექთანმა სუფთა სპირტი?

### 33. კალციუმი ისპანახსა და მუაშნაში

კალციუმის მარილები მეტად საჭიროა ადამიანის ორგანიზმისათვის, ვინაიდან ხელს უწყობს ნივთიერებათა ცვლას, ამაგრებს ძვლებს, მონაწილეობს გულის კუნთის კვების პროცესში და სხვ.

კალციუმით მდიდარია არა მარტო კომბოსტო, სტაფილო და ჭარხალი, არამედ მჟაუნა და ისპანახიც. მაგრამ ამ ორ უკანასკნელს ექიმი განზრახ არ გამოუწერს ხოლმე ავადმყოფს, რომლის ორგანიზმსაც კალციუმის მარილები აკლია.

ქიმიკოსები უცებ უნდა მიხვდნენ — რა აქვს მხედველობაში ექიმს?

#### 34. როდესაც ყელის ტკივილს კუჭის ამორეცხვით მკურნალობენ

— არაფერი სერიოზული! — ამშვიდებს ექიმი ავადმყოფს, — ყელში ბორმეაფას ხსნარის გამოვლებაც საკმარისი იქნება!

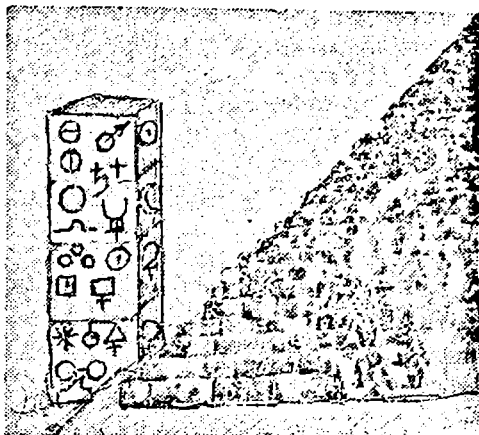
— ბორმეაფას, ბატონო ექიმო, არამც თუ ვივლებდი, უნდა გამოგიტყდეთ — წელან დავლიე კიდევ! ალბათ ცოტა ზედმეტიც მომივიდა, რადგან ყელი უარესად ჩამეხრინწა!

— ერიჰა! აბა, გაემზადეთ კუჭის ამოსარეცხად!

მაგრამ როდის იყო, რომ ყელის ტკივილს კუჭის ამორეცხვით მკურნალობდნენ?

— . —

# IV. ქიმიკა და იხუმრია



## 35. მატალი, რომელმაც რომის იმპერია იხსნა

მძიმე ლითონები: ოქრო, ვერცხლი და ზოგიერთი სხვა ძველთაგანვე ძვირფას ლითონებად იყო აღიარებული და დიდი პატივისცემითაც სარგებლობდა. ამ ლითონებისაგან დამზადებული სამკაულების, სასმისებისა და ჭურჭლის რაოდენობა მათი მფლობელის სიმდიდრის სიმბოლოდ ითვლებოდა.

მაგრამ დახეთ უბედურებას — როგორც უკანასკნელი დროის გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, ერთ-ერთი ასეთი ძვირფასად მიჩნეული ლითონის ხმარება გამხდარა მთავარი მიზეზი ისეთი ძლიერი სახელმწიფოს დაკნინებისა და დაცემისა, როგორც რომის იმპერია იყო.

რომელი ლითონი შეიძლება იყოს ასეთი ვერაგი?

## 36. კეთილი ჯუჯები იუტას შტატში

იუტას შტატი (აშშ) ერთ დროს საკმაოდ განთქმული იყო სპილენძის მდიდარი საბადოებით. მაგრამ არც ბუნების წყალობაა ამ ქვეყნად ულევი — დადგა დრო და მადნის მარაგი სრულიად ამოიწურა. ამ საუკუნის დასაწყისში მალარო წყლით ამოავსეს და მიატოვეს.

ორიოდე წლის შემდეგ საჭირო გახდა წყლის ამოტუმბვა. წარმოიდგინეთ მეწარმეთა გაკვირვება, როდესაც ამ თითქოსდა ამოწურულ საბადოში 12 ათასი ტონა სპილენძის მადანი აღმოჩნდა დაგროვილი.

ნუთუ იუტას შტატის მალაროებში დაიდეს ბინა გრიმების მიერ აღწერილმა ზღაპრულმა ჯუჯებმა?

ძველ ეგვიპტეში კი საპირისპირო ამბავი მოხდა: ნილოსის დელტის სანაპირო აგრეთვე განთქმული იყო სპილენძის საბადოებით. II ათასწლეულის მანძილზე იქ 100 ტონამდე სპილენძი იყო გამოდნობილი. შემდეგ კი ისტორიული დოკუმენტები საკვირველ ამბავს გვაუწყებენ: ლითონის საჭიროებისა და მოთხოვნილების მიუხედავად, ეს მდიდარი საბადოები საბოლოოდ მიატოვეს და აღარ ამუშავებდნენ.

რა ვიფიქროთ — რა მიზეზით შეიძლება მომხდარიყო ასეთი რამ?

### 38. პირამიდის მშენებელთა ამბოხება, ხახვი და... უზენაესი ძურღვი

მშენებელთა ქურუმი თავს დამნაშავედ ხრის ფარაონის წინაშე:  
— დიღო მეუფევ! ხახვისა და ნივრის გარეშე პირამიდის მშენებელთა ამბოხების ჩაქრობა შეუძლებელი ჩანს!

ფარაონი მზერას მიაპყრობს უზენაეს ქურუმს, ვინაიდან ყველაფერი დამოკიდებელია იმაზე, თუ რას იტყვის იგი.

მაგრამ სად პირამიდის მშენებელთა ამბოხება, სად ხახვი და ნიორი და სად უზენაესი ქურუმი?

### 39. რას გადაურჩა პეტრე დიდი?

ცნობილია, რომ რუსეთის სამეფო კარის წარმომადგენლები სუსტი ჯანმრთელობით და საკმაო ნერვიულობით გამოირჩეოდნენ. მიზეზი ამისა, როგორც დასტურდება, იყო ის, რომ კრემლში ადრე სასმელი წყალი ტყვიის მიღებით იყო გამოყვანილი, რის შედეგადაც ორგანიზმი თაობიდან თაობამდე იწამლებოდა ტყვიის ნაერთებით.

მაგრამ საკვირველად უნდა მოგვეჩვენოს ერთი გამონაკლისი: პეტრე პირველმაც ხომ სიჭაბუკე იქ გაატარა? მართალია, სიფიცხე მასაც არ აკლდა, მაგრამ საკმაოდ ჯანმავარი იყო: გაიხსენეთ მის მიერ ომებში მონაწილეობა და მძიმე ფიზიკური შრომის არდარილება. ხოლო ერთხელ, როგორც ამბობენ, იგი მლეღვარე ზღვაშიც კი გადაეშვა ჯარისკაცის საშველად!

მაგრამ როგორ გადაურჩა იგი ტყვიით მოწამვლას?

ამ საუკუნის დასაწყისში საკვირველი ავადმყოფობა მძვინვარებდა ჩვენი ქვეყნის ზოგიერთ რაიონში, კერძოდ ბალტიისპირეთსა და ბელორუსიაში, 1943 წელს კი იაროსლავლის ოლქში: საქონელი, რომელსაც მოვლა-პატრონობა და კვება არ აკლდა, უმიზნოდ იწყებდა გახდომას, თანდათან ბეჩავდებოდა, ბოლოს კი საჭმელსაც აღარ ეკარებოდა. მეტად საცოდავი სანახავი იყო ფერდებჩაცვნილი, ბეწვგაცილილი და ხერხემალამოზნეკილი ძროხა, თხა თუ ღორი. კიდევ კარგი, რომ ავადმყოფობა, რომელსაც „საქონლის ჭლექი“ ეწოდა, გადამდები არ იყო. ყველაზე საინტერესო მაინც ის გახლდათ, რომ სხვა რაიონში გადაყენისას ცხოველები სწრაფად გამოჯანმრთელდებოდნენ ხოლმე, უკან დაბრუნების შემთხვევაში კი ავადმყოფობა კვლავ ისეთივე სიძლიერით იჩენდა თავს და ცხოველი იღუპებოდა.

მაგრამ როგორ შეიძლება, რომ ჭლექი გადამდები არ იყოს?

#### 41. ერევენელი სოვდაგარის ბაღი

ძველად ერთ ერევენელ სოვდაგარს სანაქებო ბაღი ჰქონია. ბაღს საგანგებოდ მოწვეული უცხოელი მეზღე უვლიდა. მაგრამ ხეებსა და ბუჩქებს რაღაც ავადმყოფობამ მაინც დარია ხელი — მოწყენილობა დაეტყოთ, ფოთლები გაუყვითლდათ. სოვდაგარი მიხვდა, რომ საქმე ცუდად იყო, ამიტომ მოვლას უმატა, სასუქსაც არ აკლებდა ნარგავებს და გამოცდილი სპეციალისტებიც მოიწვია. მაგრამ ბაღნარმა კიდევ უფრო მოიწყინა. როგორ არ უწამლეს, ყველაფერი ამოიყო. ამ საკვირველი ავადმყოფობისაგან ხსნა თითქოს არსაიდან ჩანდა. ბოლოს ყველამ ხელი ჩაიქნია.

სწორედ იმ ხანებში ერთი ჩვენებური მეზღე-ავრონომი სწვევია იქაურობას; მას დანანებით გადაუვლია თვალი ფოთლებგაყვითლებული ბაღისათვის და პატრონის შეკითხვაზე — რა ვიღონოთო? ორსიტყვიანი რჩევა მიუცია — მოვლა მიატოვეთო!

სოვდაგარს სახელმოხვეჭილი მკურნალები მართლაც დაუთხოვია, ბაღის მოვლისათვის თავი დაუხნებებია და... ბაღი მომდევნო წელს ისევ წალკოტად ქცეულა!

რა „შეულოცა“ ასეთი უებარი ქართველმა მეზღემ ერევენელი სოვდაგარის ბაღს?

მეგობარი უყრნ. „ქიმი და ცხოვრებას“ ახალ ნომერს მაწვდის:  
— წაიკითხე მორიგი ვერსია რასპუტინის მოწამვლის შესახებ?

— სინამდვილეს ჰგავს, ყოველ შემთხვევაში ქიმიკოსის თვალსაზრისით! — ვპასუხობ მე — მაგრამ ისიც ხომ შეიძლება ვიფიქროთ, რომ რასპუტინს პურიშევეიჩი არა უხარისხო, ძველი და ძალადაკარგული კალიუმციანიტ „გაუმასპინძლა“, არამედ იქნებ მის ნაცვლად სხვა საწამლავი, მაგალითად, ვერცხლისწყლის ციანიდი მისცეს უცოდინარობით!

მეგობარი გაკვირვებით მიუყრებას:

— ქიმიკოსი არა ვარ და მაინც ვხვდები, ვერცხლისწყალი კიდევ უფრო არ გააძლიერებდა შხამიანობას?

— ქიმიკოსი რომ ვარ, სწორედ იმიტომ ვეარაუდობ ასე!  
რას გულისხმობს ეს ვარაუდი?

#### 43. „უავტორო“ ხანძრები

ხანძარი ყოველთვის უბედურების მომასწავებელია. რუსული ანდაზის არ იყოს, „ცეცხლი კარგი მსახურია, მაგრამ ცუდი გამგებელი“. ამიტომ არის, რომ ყოველთვის ცდილობენ მისი მიზეზისა და „ავტორის“ დადგენას, მაგრამ ზოგჯერ სრულიად გაუგებარი ამბები ხდება — ხანძარი თითქოს უმიზეზოდ იწყება! ასეთი „უავტორო“, ბევრჯერ გამანადგურებელი სიძლიერის ხანძარი ყოველწლიურად ათეულობით აღირიცხება. ხან პაკისტანიდან და ინდოეთიდან წამოსულ გემზე, საგულდაგულოდ შეფუთულ და ჰერმეტიკულად დაკეტილ ტრიუმებში შენახული ჭუთი ააღდება ხოლმე უმიზეზოდ შუა ზღვაში, ხან კი ნახშირის ფენას გაუჩნდება შიგნიდან ცეცხლი, ხან ხორბლის გროვას და ხან კიდევ თივის ზვინს.

ყველაზე საოცარი კი ის არის, რომ სპეციალისტები ხანძრის მიზეზად ასახელებენ... თვით ხანძრის პირველ მტერს — წყალს, სინესტეს.

დამზღვევ საზოგადოებათა წარმომადგენლებს პირველ ხანებში, ცხადია, სასაცილოდაც არ ყოფნიდათ ასეთი მტკიცება, მაგრამ შემდეგ იძულებული გახდნენ ეწამათ ქიმიის საკვირველი მეტამორფოზა.

თქვენ როგორ გგონიათ — ხომ არ სარგებლობდნენ ქიმიკოსები იმით, რომ დამზღვევი საზოგადოების წარმომადგენლები ცუდად ფლობენ ქიმიის საფუძვლებს?

პირსთან ლამაზი თეთრი იახტა ირწევა ტალღებზე. მისი სინატიფე ზღვის მუქ ლურჯ ფონზე კიდევ უფრო მკვეთრად შეიგრძნობა. ნაპირზე მოსეირნე ხალხის ყურადღება ძალაუნებურად „ზღვის ექოსაკენ“ (ასე ჰქვია გემს) არის მიპყრობილი.

— სწორედ რომ მშვენიერებაა! — ეუბნება ერთი მეორეს, — თქმა არ უნდა, ნამდვილად ღირს ნახევარი მილიონი!

— მე ნახევარ მილიონს წყალში გადასაყრელად ვერ გავიმეტებდი — მრავალმნიშვნელოვნად პასუხობს თანამოსაუბრე.

— ეს რას ნიშნავს? — უკვირს პირველს.

— ეს იმას ნიშნავს, რომ საცდელი ცურვის დამთავრებამდე ამ შენს მშვენიერ ქმნილებას წყალი გაუშვია! მგონი, უბრალო ჯართად დაქრაც ვეღარ მოახერხონ. ძლივს ასწრებენ წყლის ამოტუმბვას. ჩქარა შეიძლება ჩაიძიროს კიდევ! მოქლონები სულ შეჭმული ჰქონია.

— აკი განსაკუთრებულად მედეგი შენადნობებისაგან ვაგებთო, რეკლამისაგან აკლებული იყო ბრისტოლის გაზეთები!

— სწორედ შენადნობის მედეგობას გამოეხმაურა ასე უმოწყალოდ „ზღვის ექო“ (მოსაუბრე კმაყოფილია თავისი შედარებით). — მაგრამ ვინ იცოდა, რომ ამდენად საბედისწერო იქნებოდა ეს სახელი გემისათვის?

უცნაურად ხომ არ უღერს, რომ კარგი მედეგობა შეიძლება საგალალო ავარიის მიზეზი გახდეს?



V. ქ ი მ ი ა  
კ ო ე ზ ი ი ს  
მ ხ ა რ ლ ა მ ხ ა რ

45. „ზამთარი ვარლთა ბაახმოზს“...

ასეც ხდება: გვიან შემოდგომაზე მზე ისევე მზეობს ხოლმე — კვლავინდებურად გვათბობს და გევანათებს, მაგრამ, ბუნება, ეტყობა, რომ თვით ადრე უტყუარი გუმანით გრძნობს ზამთრის გარდუვალობას — თანდათან იპყრობს მოწყენილობა. ოქროსფერდება ტყე, ველი, და არარას ძალუძს წინააღუდგეს საბედისწერო ფერისცვალებას.

მეორე მხრივ, არ შეიძლება არ ჩაგვაფიქროს საპირისპირო მოვლენამ: ადრე გაზაფხულზე, როდესაც მზეს ჯერ კიდევ არ მისცემია საჭირო ძალა, ხოლო „შორი ცა ნისლიან ფიქრებს სცრის“, და არც ისე იშვიათად „რტოებში ავობს ბებერი ქარი“, ბუნება ასევე რაღაც შინაგან იღუმალ გულისთქმას ემორჩილება და, სუსხის (ხშირად კი თოვლის) მიუხედავად, კვირტებს დაბერავეს, შემდეგ კი ყვავილებსა და ფოთლებს ააფეთქებს, და, აი —

„ისევე ამწვანდა მდელი და კორდი!...“

რა ვიფიქროთ — რით არის გაპირობებული მზით გაჯერებულ შემოდგომაზე ფოთოლთ გარდუვალი აღსასრული, ხოლო სუსხიან გაზაფხულზე — მათი ასევე გარდუვალი ამოფეთქება?



46. „სიცხე სწავას, უნდა დააზროვს, წყლულნი ორჯალზე სტვინიან.“

რუსთაველის ეს მარგალიტი ქართველმა ხალხმა შემდეგ თავის ცნობილ სიმღერაში გადაიტანა, რამაც კიდევ უფრო დაამშვენა და უკვდავყო ერთიც და მეორეც. ჩვენს გენიალურ პოეტს კარგად სცოდნია და ბევრს ალბათ პირადადაც გამოუცდია, რომ ძლიერ დაბალი ტემპერატურის მქონე საგანთან შეხება ისეთივე წყლულს აჩენს, როგორსაც ნამდვილი დამწვრობა.

მაგრამ შესაძლებელია თუ არა, ყინულმა ნულზე მაღალი ტემპერატურის პირობებში არა როგორც ყინულმა, არამედ როგორც მღულარემ დაგვწვას?

47. „გონიერთა მწვერთელი უზვარს...“

ლაბორატორიაში შრომის დაცვისა და უსაშიშროების ტექნიკის მდგომარეობას ამოწმებენ.

— აქ ცოტა ვერცხლისწყალი დაგვეღვარა. იატაკის აყრა და გამოცვლა დაგვჭირდა! — განმარტავს ლაბორატორიის ხელმძღვანელი.

— კედლების კაპიტალური რემონტიც უნდა ჩაგეტარებინათ! — მოითხოვს შრომის დაცვის განყოფილების ინჟინერი.

— ანალიზმა აჩვენა, რომ ჰაერში ვერცხლისწყალი არ არის!

— კედლების ჩამოფხეკა მაინც საჭირო იყო! — ჭიუტობს შემომოწმებელი — ან ეს რას გავს — ვერცხლისწყალს როგორ ინახავთ? წყლის ფენა მასზე ხუფი სანტიმეტრიც არ არის!

— აბა მეტიანი ფენა ხომ არ ექნება? — ღელავს ლაბორატორიის ხელმძღვანელი (მას, ეტყობა, სხვა საქმე ელოდება).

— ბოლო გამოკვლევების თანახმად, ცოტა მეტიც კი მოგვეთხოვება! — და ინჟინერი დასარწმუნებლად შესაბამის სახელმძღვანელოს იშველიებს.

ლაბორატორიის თანამშრომლებმა ერთმანეთს გადახედეს — ყველაფერში ასე გვედავებაო ეს ინჟინერი!

ელავებათ კი?

48. „ვისაც საფიელი ააჯს და ჰქონია,  
მას უნდა ფიჰრიც ჰქონდეს კეთილი“

— გეტყობათ — ტკბილეულს ბავშვობიდანვე შეგაჩვიეს, თორემ (ასე არ იქნებოდით გასუქებულიო — უნდოდა ეთქვა ექიმს, მაგრამ თავი შეიკავა) ჩემსავით იქნებოდით გამხდარი! არც ქოლეს-

ტერინის შემცველობა და არც კუპქვეშა ჯირკვლის ფუნქცია იქნებო-  
და დარღვეული!

— შაქარს ბევრს აღარც ვხმარობ! — პასუხობს პაციენტი — ხო-  
ლო მურაბა და კომპოტიც თუ ავიკრძალებ, ენერგია საიდანღა მექნება?

— სწორი ბრძანდებით — შაქარი აუცილებელია, მაგრამ საზღ-  
რაზე და საკომპოტე ხილი უმჯობესია ნატურალური სახით მიირთვათ—  
მათშიც ხომ საკმარისი შაქარია?

პაციენტი უკვირს — თუ იქაც შაქარია, რაღა განსხვავებაა —  
„გინდა მგელს შეუქამიხარ, გინდა მგლისფერსა ძალღსა!“

თქვენ რომელ ანდაზას შეაგებებდით ამ ნაფიქრალს?

49. „სისხლივით ელავს ფოთოლი ვაჟის...“

არა მგონია — ვინმეს სტოვებდეს გულგრილად შემოდგომაზე  
ბუნებაში მუქი მეწამული, თუ ბაცი წითელ-ყვითელი ფერების აელვა-  
რება, სილიადისა და ამავე დროს იდუმალების გრძნობას რომ ბადებს  
ჩვენში. გასაკვირველი არ არის, რომ ამ დროს გონებაში პოეტური  
მეტაფორები ამოტივტივდეს („ელვარე და ლომფერი იყო ცხრა ოქ-  
ტომბერი“ და ბევრი სხვა...), არამედ ფიქრებში გართულს უნებურად  
შეიძლება ასეთი კითხვაც აგვეკვიტოს — როგორ და რატომ გარდა-  
იქმნება შემოდგომაზე ჩვენს შეგნებაში სიცოცხლის სიმბოლოდ ქცეუ-  
ლი მწვანე შეფერილობა საზღაპრო, მაგრამ უჩვეულო წითელ-სოსანი  
თუ ქანგისფერ-ყვითელ შეფერილობის მრავალსახეობად?

50. „ზოგჯერ სიკეთეს იხვევავს, ზოგჯერ მქნელია ავისა!“

ალბათ ბევრს შეუმჩნევია — რა ადვილად ეპარება ვერაგი კატა  
თავის საკბილოს ქარის მზრიდანაც კი! საკვირველია, რატომ არ გრძნობს  
ამ დროს მსხვერპლად განწირული თავისი მტარვალის სუნს? ცხოველ-  
თა სამყაროში ხომ ყნოსვა უაღრესად არის განვითარებული?

მონადირეებმა ისიც იციან, რომ კარგი მეძებარი ძაღლიც კი ზოგ-  
ჯერ ძალიან ახლოს ჩაუვლის ბუჩქებში კვერცხებზე მჯდომ გარინდუ-  
ბულ იხვს და მის სუნს ვერ იკრავს ხოლმე!

რა მიზეზით?

51. „ციცინათელა“

ვის არ განაწყობს სასიმღეროდ აკაკის ლირიკა, მათ შორის —  
„ციცინათელა“:

„ჩემო ციცინათელა,  
რად მიპყრენ ნელა-ნელა,

ანათებ და კარგი ხარ,  
მე თუმც არას მარჯიხარ?”

და მართლაც — ვინ იფიქრებდა, რომ ზაფხულის წყნარ ღამეში ესოდენ წარმტაც და მშვიდ ნათებას, გარდა პოეტური განწყობისა, სხვა რაიმე რეალური სარგებლობის მოტანაც შეეძლებოდა!

მაგრამ დიდი პოეტის სინანული, შეიძლება ითქვას, ახლა უკვე სიმბოლურად ჟღერს, ვინაიდან გამოირკვა, რომ ამ პატარა ხოქო-მწერის ციმციმი თურმე არა მარტო საინტერესო მოვლენაა, არმედ ადამიანის ჯანმრთელობისათვის სასარგებლო საქმისაყენაც მოგვიწოდებს და გვინათებს გზას.

როგორ გგონიათ, რა მხრივ?

## 52. „მგვლი არ მოშლის მგლობასა...“

ტყვიის ნაერთების მომწამვლელობაზე ლაპარაკი ზედმეტია — ისინი ავად მოქმედებენ ყოველივე ცოცხალზე! განსაკუთრებული ცვლილებები აღინიშნება ნერვული სისტემის მხრივ, სისხლსა და სისხლძარღვებში. დადგენილია, რომ ტყვია თავდაპირველად ჩაერთვება ზოლმე შინაგან ორგანოებში, ხოლო შემდეგ ილექება ძვლებში უხსნადი სამფუძიანი ფოსფატის სახით.

საკვირველია, რომ კარგა ხნის მანძილზე ტყვია არაფრით ამუდვენებს თავის ავ ზნეს, მისი კონცენტრაცია დიდია რომ იყოს — იგი მგელივით არის ჩასაფრებული და გაყურებული უცდის ხელსაყრელ მომენტს, რათა უფრო დაუნდობლად შეუტიოს ორგანიზმის დამცველ ძალებს.

რა ვიფიქროთ — რა იძლევა სიგნალს „შეტევისათვის“?

## 53. „წყალში ვღვაპარ, ცეცხლი მიკიფია!“

ცნობილი ფრანგი ექიმისა და თავგანწირული მოგზაურის ალენ ბომბარის მტკიცებით, ზღვებსა და ოკეანეებში ყოველწლიურად ავარირებსა და კატასტროფებს 100 000-მდე კაცი ეწირება; თითქოს დაუჯერებელია, ხოლო ყველაზე საკვირველი კი ის არის, რომ განწირულთა ნახევარზე მეტი სწორედ მაშინ ილუპება, როდესაც მთავარი საფრთხე თითქოს განვლილია.

მართლაც და რა შეუსაბამობაა — ადამიანმა ვერ გაძლოს ნავსა. თუ ტივზე ოკეანეში, როდესაც მის გარშემო სიცოცხლისათვის აუცილებელი ყველა პირობაა — წყალი, საკვები (თევზი თუ არა, პლანქტონი მაინც) და მარლილი?



## VI. ქიმიკ ჩვენ გარშემო

### 54. ქიმიის მაღლი და შურისძიება

რამდენიმე წლის წინათ დასავლეთ გერმანიის ერთ-ერთ მაღალ-განვითარებული ქიმიური ინდუსტრიის ცენტრში მივლინებით ჩავიდა საბჭოთა ჟურნალისტი. აქ ქიმიის ბევრ სიკეთეში შეიძლებოდა თვალნათლივ დარწმუნება — ნაირგვარი პირველი მოთხოვნილების საგნებიდან დაწყებული და რთული სამრეწველო დანადგარებით დამთავრებული.

მხოლოდ ერთი რამ ძალიან აკვირვებდა ჟურნალისტს:

სასტუმროში, სადაც იგი ცხოვრობდა, ონკანიდან ყოველთვის ქაფიანი წყალი მოდიოდა! სასმელ წყალსაც რაღაც უცნაური გემო დაჰყვებოდა, მაგრამ ამ გარემოებას თითქოს ყველა შეჩვეოდა და ყურადღებას არ აქცევდა. მხოლოდ ერთი-ორჯერ მოკრა ყური: „ოჰ, ეს ქიმიკა, ქიმიკა!“ ბოლოს კი, როდესაც ჟურნალისტმა მდინარეზე თითქმის ათი სანტიმეტრის სიმაღლის თოვლივით თეთრი, საოცრად არაბუნებრივი ქაფი შენიშნა, ცნობისმოყვარეობა ველარ შეიკავა და მიზეზი იეიტხა.

— ეს ახალი ქიმიის შურისძიება! — მიუგეს მას.

რატომ უნდა გადაქცეულიყო ქიმიის სიკეთე მისსავე შურისძიებად?

### 55. დაავადებული წიგნი

ორიოდე ათეული წლის წინათ ჩვენმა ერთ-ერთმა ღრმად პატივცემულმა და მსცოვანმა მეცნიერმა უცხოეთის ფუნდამენტურ ბიბლიოთეკას თავისი ახლად გამოსული მონოგრაფია გაუგზავნა საჩუქრად.

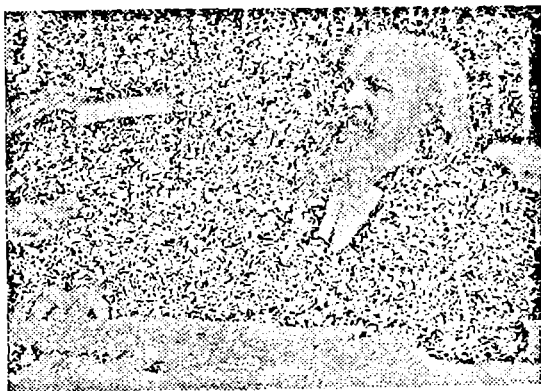
რამდენიმე ხნის შემდეგ მეცნიერს საპასუხო წერილი მოუვიდა. წერილთან ერთად უცხოეთიდან აღნიშნული წიგნიც დაებრუნებინათ. ავტორმა გაკვირვებით ჩაიკითხა წერილი. ბიბლიოთეკის ღირეჟ-ტორი დიდ მადლობას უხდოდა პროფესორს ფრიად საინტერესო მონოგრაფიისათვის, მაგრამ ამასთანავე ბოდიშს იხდიდა — წიგნსაცავს არ შეუძლია მისი მიღება, ვინაიდან წიგნი... დაავადებულიათ!

რა ასეთი უკურნებელი სენი უნდა შეჰყოფოდა ახალთახალ წიგნს?

## 56. ფოსფორიანი სასუქის გამოცანა

დიდი რუსი ქიმიკოსის დ. მენდელეევის საოცრად მრავალმხრივ და სასარგებლო მოღვაწეობაში იმდენად მნიშვნელოვანი ადგილი განეკუთვნება სოფლის მეურნეობის პრობლემებზე მუშაობას, რომ იგი სამართლიანად რუსული აგროქიმიური მეცნიერების მამამთავრად არის

დ. მენდელეევი — თანამედროვე ბუნებისმეტყველების ერთ-ერთი უდიდესი კანონის — ქიმიურ ელემენტთა პერიოდულობის კანონის აღმომჩენი, გენიალური ქიმიკოსი და ფიზიკოსი, დიდად ნაყოფიერი კვლევების ავტორი მეცნიერებისა და ტექნიკის ბევრ დარგში; რუსული აგროქიმიის მამამთავარი



აღიარებული. თავისი იდეების ხორცშესხმის მიზნით, მან იყიდა 380 დესიატინა მამული „ბობლოვო“ და მისთვის ჩვეული გატაცებით შეუდგა ფართო მასშტაბის ცდების ჩატარებას. თესლბრუნვის შემოღებით, სხვადასხვა სასუქისა და მანქანების გამოყენებით, აგრეთვე სწორი მესაქონლეობის მოწყობის შედეგად მან დაამტკიცა მარცვლეული კულტურების მოსავლის 2,5-ჯერ გაზრდის შესაძლებლობა.

მაგრამ ამასთანავე იგი ზოგიერთ საკვირველ და ძნელად ასახსნელ მოვლენებსაც წააწყდა; კერძოდ, მიუხედავად საყოველთაოდ აღიარებული მოსაზრებისა ფოსფოროვანი სასუქების საჭიროებისა და სარ-

გებლიანობის შესახებ, საცდელ მინდვრებზე ამ სასუქების დამატებამ არაერთი შედეგი არ გამოიღო.

როგორი დასკვნა უნდა გამოეტანა დიდ ქიმიკოსს?

#### 57. საკმარისის უკმარისობა

მეორე თავსატეხი პრობლემა, რომელსაც დ. მენდელეევი წააწყდა სასუქების გამოყენების საქმეში, ეს იყო ქერის მოსავლის გაუმართლებელი და აუხსნელი შემცირება აზოტოვანი სასუქის თითქოსდა საკმარისობის დროს.

იმ წელს საცდელი მინდვრის ნაკვეთში აზოტოვანი სასუქი განგებ არ შეუტანიათ, ვინაიდან წინა წლებში შეტანილი სასუქის რაოდენობა საკმარისი უნდა ყოფილიყო კარგი მოსავლის ასაღებად. მაგრამ მეცნიერის ვარაუდი არ გამართლდა — მოსავალი მოსალოდნელზე გაცილებით ნაკლები აღმოჩნდა.

იმჟამად ამ საკვირველი მოვლენის ახსნა შეუძლებელი გამოდგახლა რაღა ვიფიქროთ?

#### 58. რატომ მწინდდება ბოსტნეული?

ცნობილია, რომ ბოსტნეულის დამარილებისა და დამწნილებისას მაკონსერვებელ საშუალებას წარმოადგენს რძის მჟავა; მაგრამ ბოსტნეულში ხომ არ არის რძის მჟავა? მიუხედავად ამისა, დამარილებისა და დამწნილებისათვის აქ არც მჟავას ამატებენ და არც შაქარს, რომლის დუღილმა შეიძლება რძის მჟავა წარმოქმნას.

მაშ რა ამწნილებს ბოსტნეულს?

#### 59. „პურის ვაშლი“

მარტის თვე იდგა, თუმცა თბილისის ბაზარს ეს არ ემჩნეოდა: ნაირგვარი ხილის სიუხვე თვალს იტაცებდა. „კეხურა“ ვაშლის ყიდვას, სწორედ გითხრათ, არ ვაპირებდი, მაგრამ ჩემი ყურადღება უნებლიეთ მისმა ელვარებამ მიიპყრო. „ნამდვილი ლაღი! აი ნატურა ფერ-მწერისათვის!“ — გავიფიქრე მე. გამყიდველმა ჩემს მზერას შეასწრო თვალი და მიმიპატიჟა:

— ფერი მაცდურია, გემო გასინჯეთ!

— მჯერა, გემოც შესაფერისი ექნება, მაგრამ მე სხვა ჯიშს ვეძებ!

— ნუ იყიდით, ისე გასინჯეთ; თქვენი აზრი მაინტერესებს!

ჩაცემა უცნაური მეჩვენა, მაგრამ ხათრი ველარ გავუტეხე და მაშინდა შევიგრძენი, — რარიც გადაევიწყებინა ზამთარს ჩემთვის

ხეზე ახლად მოწყვეტილი, მზით გაჯერებული შემოდგომის ვაშლის სა-  
ამო სურნელება. მეტად მეუცხოვა ამ დროს ეს არომატი.

— ეს, ბატონო, ჭურის ვაშლია!

— როგორ, ჭურის ვაშლი? ჭიშია ასეთი, თუ...

— არა, რას ბრძანებთ, უბრალოდ ჭურშია შენახული!

— მე მეგონა, ეს დალოცვილი ჭური მარტო ღვინოს ინახავდა  
პირნათლად! — ესლა მოვახერხე მეტქვა. სწორედ გითხრათ, დატოვება  
შემენანა, მაგრამ თავი დავიმშვიდე — სხვაამაც ნახოს და იგემოს „ჭუ-  
რის ვაშლის“ სიკეთე-მეტქი!

მართლაცდა რამ შეუნარჩუნა ეს მაღლი უბრალო ჭურში შენახულ  
ვაშლს?

#### 60. რატომ არ ფეთქდება აბმოსფერო?

— რისგან უნდა აფეთქდეს? — შეიძლება იკითხოს შეშინებულმა  
მკითხველმა.

— მეთანისაგან, რომელიც ჰაერში მნიშვნელოვანი რაოდენობით  
უნდა იყოს!

— საიდან, ან რატომ? — არ შეიძლება არ გაგვიკვირდეს.

ამის უტყუარ საბუთს გვაძლევს შემდეგი: ქვანახშირი, როგორც  
მტკიცდება, ორგანული ნარჩენებისაგან არის წარმოქმნილი. უმაღლესი  
ხარისხის ქვანახშირის — ანთრაციტის წარმოქმნის დროს კი ამ ნარჩე-  
ნების მესამედი მეთანად გარდაიქმნება. ამიტომ არის, რომ მიწის წიაღ-  
ში, 1—1,5 კმ სიღრმეზე ქვანახშირის ფენები ისე ძლიერ არის გაჯერე-  
ბული ამ აირით, რომ მისი წნევა ზოგჯერ ასეულ ატმოსფეროს აღ-  
წევს. ხელსაყრელ პირობებში მეთანი ცდილობს გამოიყოს და კიდევაც  
გამოიყოფა დიდი რაოდენობით. მაგრამ ეს მეთანი ხომ ჰაერში ამო-  
ისროლება? გაანგარიშება გვარწმუნებს, რომ ყოველივე ამის გამო  
დედამიწის ატმოსფეროს მნიშვნელოვანი ნაწილი ამჟამად თითქოს მე-  
თანისაგან უნდა შედგებოდეს. არამც თუ ელვა, ყოველი მცირედი ნა-  
პერწყალიც კი უდიდესი მასშტაბის ნგრევის მომასწავებელი იქნებო-  
და! მაგრამ, ჩვენდა საბედნიეროდ, ეს ასე არ არის: გამოყოფილი მე-  
თანი ატმოსფერომდე თითქმის არ აღწევს. აი, ბედნიერება, რომლის  
შესახებ ჩვენ თურმე არაფერი ვიცოდით!

ნეტავ რისი წყალობითაა ყოველივე ეს?

#### 61. მზუთავიცა და... ვერაბიც!

„მზუთავი აირით“ (ნახშირის ოქსიდი, CO) მოწამვლის მექანიზმი  
კარგად არის ცნობილი: მომეტებული ქიმიური აქტივობის გამო, ეს

აირი 200—300-ჯერ უფრო ადვილად უერთდება სუნთქვის პიგმენტს — ჰემოგლობინს, ვიდრე ჟანგბადი, და, წარმოქმნის რა მდგრად ნაერთს (COHb), გამორიცხავს ქსოვილების მომარაგებას მაცოცხლებელი აირით (ჟანგბადით); ჟანგბადის ნაკლებობა იწვევს მძიმე მოწამვლას — სულის ხუთვას, ტკივილებს საფეთქელსა და შუბლის არეში, სისუსტეს, მხედველობის გაორებას და სხვა მეტად უსიამოვნო სიმპტომებს.

აქ ერთ საკვირველ მოვლენას ვაწყდებით: მოწამვლის შეგრძნების-თანავე ორგანიზმის დამცველი ფაქტორები თითქოს უნდა გვაიძულებდეს სასწრაფოდ განვერიდოთ განსაცდელს, მაგრამ დაზარალებული სრულებით არ ცდილობს მოსცილდეს საშიშროების კერას.

რას შეიძლება მივაწეროთ ასეთი შეუსაბამობა?

## 62. სად მებნა ელემენტის ატომთა რაოდენობა?

ასეთ კითხვას თითქოს მხოლოდ ერთმნიშვნელოვანი პასუხი უნდა ჰქონდეს: სად შეიძლება ამა თუ იმ ელემენტის ატომების რაოდენობა იყოს მაქსიმალური, თუ არა თვით ამ ელემენტში?

მაგრამ თურმე იქაც შეიძლება გამონაკლისების გამოძებნა.

იქნებ დავფიქრდეთ — რა შემთხვევაში?

## 63. ჩვენი პლანეტის ყველაზე ზავრცელებული ელემენტი

ელემენტები საოცრად არათანაბრად არიან მიმობნეული ჩვენს გარემო — ატმოსფეროში, ჰიდროსფეროში, ბიოსფეროსა და ლითოსფეროში\*. მაშინ, როდესაც ათიოდე მათგანის შემცველობა 99%-მდეა, დანარჩენი ცხრა ათეულზე მეტისა 1%-საც ძლივს აღწევს. ყველაზე მომეტებული რაოდენობით გვაქვს ჟანგბადი (49,13%) და ჯაუბადი (26%). მომდევნო ადგილებზეა ალუმინი (7,45%), რკინა (4,2%), კალციუმი (3,45%), ნატრიუმი (2,4%), კალიუმი (2,35%), მაგნიუმი (3,35%). სხვადასხვა მეცნიერის მონაცემი ამ მხრივ თითქმის არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

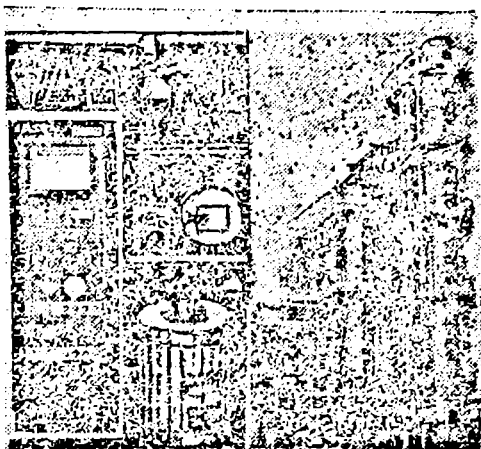
მიუხედავად ამისა, ზოგჯერ ასეთ უცნაურობასაც შეიძლება წავაწყდეთ: რომელიმე გამოჩენილი სწავლული ასაბუთებს, რომ ჩვენი პლანეტის ყველაზე გავრცელებული ელემენტია არა ჟანგბადი, არამედ... რკინა! და ეს მაშინ, როდესაც, ყველა ცნობარის მიხედვით, რკინას გავრცელებით მხოლოდ მეოთხე ადგილი უკავია!

სად უნდა ვეძიოთ ამ შეუსაბამობის სათავე?

\* ლითოსფერო — დედამიწის ქერქი 16 კმ სიღრმემდე.



## VII. ლაბორატორ- ჩიებსა და საამქროებში



### 64. რაბლოპისიტის ურჩობა

ლაბორატორიის ხელმძღვანელმა უფროს მეცნიერ თანამშრომელს მოუხმო: — აკადემიკოსმა კარგინმა რაბლოპისიტი\* რომ ვეტხოვა, რომელი ნიმუში გაუგზავნეთ?

— სწორედ ის ნიმუში, ბატონო პეტრე, ამას წინათ რომ ვაღნობდით და გამლღვალ მდგომარეობაში ვიკვლევდით!

პროფესორმა ახლად მიღებული წერილი გაუწოდა თანამშრომელს:

— იწერება — როგორ არ ვცადეთ, ნიმუში ვერა და ვერ გავაღნეთო! რა არის ისეთი, თბილისში ადვილად ღნება, მოსკოვში კი ურჩობსო!

თანამშრომელს უღვაშებში ეღიმება — მიხვდა, რაშიც არის საქმე.

— ბოდიშს ვიხდი, ბატონო პეტრე, მაგრამ მეგონა — ვალენტინ ალექსის ძემ იცოდა ჩვენი რაბლოპისიტის უცნაური ხასიათი და შესაბამისი სიჩქარით გაახურებდა!

რაბლოპისიტის რა ასეთ უცნაურ თვისებაზეა ლაპარაკი და რა მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს ნიმუშის გაღნობისათვის — როგორ გაახურებთ მას?

\* რაბლოპისიტი — ტყიბულის ნახშირების ფისოვანი შემდგენელი კომპონენტი. პროფ. პ. ცისკარიშვილისა და თანამშრომლების მიერ საფუძვლიანად არის შესწავლილი ამ საინტერესო ნაერთის თვისებები. დადგენილია, კერძოდ, რომ მისი 10%-ის ოდენობით დამატებით მიიღება ტროპიკული პირობებისათვის შედეგად ე. წ. რაბლოგენეტიჩაქსი, რომელსაც არავითარი ობი არ ეკიდება.

ლამის ცვლის დამთავრებას ერთი საათი აკლდა, როდესაც საღუმელო საამქროდან აფეთქების ხმა მოისმა.

იმავე წუთს ახმაურდა საავარიო სიგნალიზაცია, რასაც სახანძრო სამსახურის სირენაც შეუერთდა. ვინც კი თავისუფალი იყო, ავარიის ადგილისაკენ გარბოდა.

— რა მოხდა? — ეკითხება ახალგაზრდა მუშა ოსტატს.

— რა უნდა მომხდარიყო? — ხელის ჩაქნევით პასუხობს იგი — ვილაც ჰკუთმხიარულმა ალბათ ნესტიანი მადანი გადაისროლა ღუმელში კიდევ კარგი, სერიოზულად არავინ დაშავებულა!

რატომ უნდა აფეთქებულიყო ნესტიანი მადანი?

#### 66. ზამთარი, გეოლოგია და ... მსხვილფეხა საქონლის კვლევა .

რადიოკომენტატორი ცნობილ საბჭოთა მეცნიერთან საუბარს ამთავრებს; და, ბოლოს — ტრადიციულად ქცეული კითხვა:

— ორიოდ სიტყვა თქვენი უახლოესი გეგმების შესახებ მომავალი წლის დასაწყისისათვის?

— მოლიბდენის მადნების ძიებას ვაპირებთ შუა აზიაში, არალის ზღვის მიდამოებში...

კომენტატორი ცოტა არ იყოს, შემცბარია — „ამ ზამთარში შუა აზიის ტრამალებში, ნეტავ რა გაპირებთ!“ — ფიქრობს გუნებაში, მაგრამ იხტიბარს არ იტებს: — რამდენადაც მე ვიცი, გეოლოგები...

— ...ზამთარში ველად არ გადაიან, არა? — აგრძელებს მის აზრს მოსაუბრე და დასძენს: — არც ჩვენ ვაპირებთ! განზრახული გვაქვს მხოლოდ ზოგიერთი კვლევის ჩატარება იქაურ მსხვილფეხა საქონელზე!

მეცნიერის აზრი იმდენად გაუგებარი (ულოგიო რომ არ ვთქვათ) ჩანს, რომ ეტყობა — ენაწყლიან კომენტატორსაც კი წაუხდინა ნირი.

მართლაც და — სად მადნის ძიება და სად მსხვილფეხა საქონლის კვლევა?

#### 67. მელვინა, მახრამ ... იწვინს!

ძვირფასი საკონსტრუქციო თვისებების გამო ტიტანის გამოყენება მიზანშეწონილი გამოდგა ახალი ტექნიკის ბევრ დარგში. ამიტომ იყო, რომ არც ისე დიდი ხნის წინათ ერთ-ერთ მექანიკურ საამქროში გადაწყვიტეს რომელიღაც დეტალის გამოჩარხვა ტიტანისაგან.

— ადვილად თუ მუშავდება, ან ხომ არ იყანგება, ქრის დროს თუ გახურდა? — ეკითხა ზეინკალმა.

— ფიქრი ნუ გაქვს! რა უნდა მოუვიდეს, დურალუმინს სჯობნის მედეგობით და ფოლადს არ ჩამოუვარდება! — დაარწმუნეს იგი.

რამდენიმე ხნის შემდეგ კი ამ საამქროსაკენ სახანძრო რაზმის მანქანა მიჰქროდა: ჩვენი ნაქები ლითონი აალეზულიყო და ისე ენერგიულად იწვოდა, ჩაქრობა ვერ მოეხერხებინათ.

სად გაქრა ტიტანის მედეგობა და გამძლეობა?

## 68. უცხოელი მეცნიერის ლაბორატორიაში

ინგლისის ერთ-ერთი საკმაოდ ცნობილი ფირმის ლაბორატორიაში საბჭოთა მეცნიერი ქიმიური კვლევის შედეგებს ეცნობოდა. გამოიჩინა, რომ მისთვის საინტერესო პროცესის მიმდინარეობის ოპტიმალური ტემპერატურა იყო — 40°, რაც ზუსტად ემთხვეოდა ჩვენთან ჩატარებული ცდების შედეგებს. მეორე პროცესისათვის საჭირო ტემპერატურა აღმოჩნდა 122—192°-ის ფარგლებში. ჩვენი მეცნიერი ამ ცნობასაც დამზვიდვით შეხვდა, მიუხედავად იმისა, რომ კარგად იცოდა — ჩვეულებრივი წნევის პირობებში არამც თუ წყალი, მარილის წყალხსნარიც კი არ შეიძლება არსებობდეს ამ ტემპერატურაზე.

კვლევითი სამუშაოს გაცნობის შემდეგ ინგლისელსა და ჩვენს ქიმიკოსს შორის მეგობრული საუბარი გაიმართა. ინგლისელმა ბოდიში მოიხადა, შეუძლოდ ვიყავი და წინა დღეს ვერ მივიღეთო.

— მხოლოდ 100°-იანმა აბაზანამ მომარჩინა! — დასძინა მან.

სტუმარმა ესეც დაიჯერა, მაგრამ არა მარტო თავაზიანობის გამო. რა ჰქონდა მას მხედველობაში?

## 69. რატომ არის არჩეული ძნელი ზეა?

ქიმიური პროცესების უმრავლესობის განხორციელება შეუძლებელია მაღალი ტემპერატურებისა და რეაქციის ამჩქარებლების — კატალიზატორების გარეშე. ეს კი დიდად ართულებს პროცესის მართვას, გვაიძულებს გამოვიყენოთ ძვირად ღირებული დანადგარები და დეფიციტური მასალები.

ამავე დროს კარგად არის ცნობილი, რომ ისეთი მნიშვნელოვანი პროცესი, როგორც არის წვა, ცხოველის ორგანიზმში მაღალი ინტენსიურობით და სრულყოფილად მიმდინარეობს ჩვეულებრივ ტემპერატურაზეც კი! ამ დროს მარგი მოქმედების კოეფიციენტი თითქმის 100%-ს აღწევს.

მიუხედავად იმისა, რომ ეს პროცესები მეცნიერ-მკვლევართა მიერ კარგად არის შესწავლილი, სამრეწველო პრაქტიკა მაინც არ იყენებს მათ.

რა გასამართლებელი საბუთი შეიძლება იყოს ამისათვის?

#### 70. პრობლემა არამართო ჰიმიკოსიზაციის

ამ რამდენიმე წლის წინათ გაშვებული იყო პოლიმერული ქიმიის ერთ-ერთი სამრეწველო ობიექტი. უფრო სწორად — ობიექტი ვერ იქნა და ვერ აამუშავეს. თითქოს ყველაფერი ისეთივე იყო — აპარატურა, დანადგარები და რეჟიმიც (წნევა, ტემპერატურა, აირების სიჩქარე და შედგენილობა), როგორც სხვა ანალოგიურად მომუშავე ქარხნებში, მაგრამ სასურველი პროდუქტის მიღების რეაქცია მაინც არ იწყებოდა. ეს მდგომარეობა არა ერთი და ორი დღე, არამედ რამდენიმე თვეც კი გაგრძელდა.

რა შეიძლებოდა ყოფილიყო ასეთი უცნაურობის მიზეზი?

#### 71. არ მოჰმადებს, მაგრამ ... შეითქვამს!

ცნობილია, რომ ტიტანი საკმაოდ მედეგობას იჩენს დამყანგავ გარემოში. მასზე, მაგალითად, სავსებით არ მოქმედებს აზოტმჟავა.

„ასჯერ გაგონილს ერთხელ ნახული სჯობია!“ — გაიფიქრა ახალგაზრდა ლაბორანტმა და დააპირა ტიტანის ფხვნილის ჩაყრა ძლიერ კონცენტრირებულ, ე. წ. „წითელ მბოლავ“ აზოტმჟავაში.

— რას აკეთებ, აფეთქდება! — დროზე ჩაერია საქმეში უფროსი.

— სამგან წავიკითხე, რომ ტიტანი კონცენტრირებულ აზოტმჟავასთანაც არ რეაგირებსო! — თავი იმართლა ცნობისმოყვარე ახალგაზრდამ.

— წაკითხულს გაგება უნდა, ქიმიკოსისათვის სამგან წაკითხვა არ კმარა!

ტიტანი რომ დამყანგველ გარემოში მედეგია, დამერწმუნეთ, — ეს უფროსმაც კარგად იცოდა.

მაშ, რატომ აუხირდა იგი უმცროსს?

#### 72. ჰიმიკოს-ბიანოლოგთა ხელგაუწილობა

ამიაკის სინთეზისა და სხვა მძლავრი სამრეწველო ტექნოლოგიური პროცესებისათვის საჭირო ე. წ. „სინთეზ-გაზს“ (წყალბადისა და CO-ს ნარევის) არც ისე დიდი ხნის წინათ მყარი სათბობის (კოქსის, ანთრაციტის) გაზიფიკაციით იღებდნენ. ამჟამად ეს პროცესი მხოლოდ

აქა-იქ შემორჩა (ბუნებრივი გაზის გამოყენების გამო), მაგრამ მაინც საკმაოდ სრულყოფილ მეთოდად ითვლება. მიუხედავად ამისა, ტექნოლოგიური ციკლი ერთი უცნაურობით გამოირჩევა: აირნარევეში მყოფი CO-ს კონვერსიისათვის აირგენერატორებიდან გამოსულ გაზს, რომლის ტემპერატურა 800—900°-ს აღწევს, ჯერ აცივებენ წყლის სკრუბერებში 30—40°-მდე, ხოლო შემდეგ მომდევნო საამქროში ისევ აცხელებენ 500—525°-მდე, რაზედაც, ცხადია, დიდი ენერგია იხარჯება. ქიმიკოსი-ტექნოლოგის დიდი მოკიდობა არ არის საჭირო იმისათვის, რომ მიხვდეს — თუ აირი ისევ უნდა გაცხელდეს, რისთვისაა აცივებენ? ყოველ საათში ასეულ ათასობით მ<sup>3</sup> აირის გაცხელებას ხომ უზომო ენერგია სჭირდება? მით უმეტეს, რომ აირნარევის ქიმიურ შედგენილობაზე მაცივარი წყალი პრაქტიკულად არ მოქმედებს და არც მავნე მინარევებს აცილებს დიდი რაოდენობით.

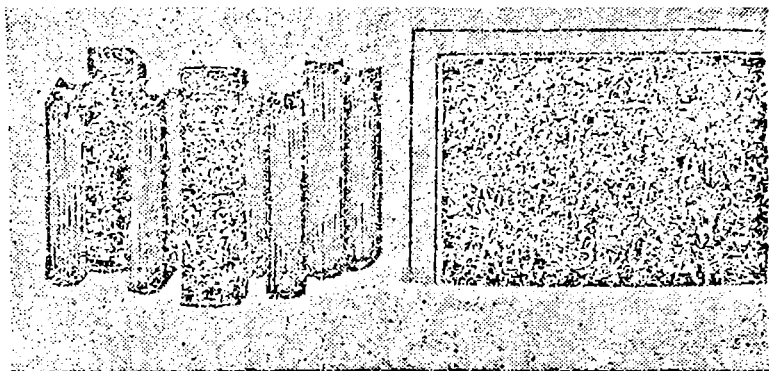
ყველაფერი სწორია, მაგრამ დამერწმუნეთ, რომ როგორც პრაქტიკულად აკეთებენ, ისე სჯობია. რატომ?

### 73. არ უნდა იყოს, მაგრამ ... არის

ავტომანქანის ძრავას გამონაბოლქვი აირები 200-მდე სახის ნახშირწყალბადებს, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მეტად მავნე ბენზპირენსა და ზოგიერთ სხვა ნივთიერებას შეიცავს. განსაკუთრებით აღსანიშნავია CO და აზოტის ყანგეულები, კერძოდ NO. — მაგრამ ორივე ეს ნაერთი ხომ არამდგრადია და ჩვეულებრივ პირობებში არც შეიძლება არსებობდეს? — შეგვეკამათება თერმოდინამიკის მცოდნე და საქმეში ასე თუ ისე ჩახედული მკითხველი.

ნამდვილად ასეა, მაგრამ თვით აზოტის ყანგეულებმა, ჩანს, „არაფერი იციან“ ამის შესახებ, თორემ რას მივაწეროთ ის გარემოება, რომ ქალაქის ქუჩების ჰაერი ასე ძლიერ არის გაუქუყიანებული აზოტის ქვეყანგით და სხვა მავნე ნივთიერებით? უფრო მეტიც: თუ თეორიას დავუჭერებთ, ჩვენს პირობებში არც რკინა უნდა არსებობდეს თავისუფალი სახით. სინამდვილეში კი საკმარისია თვალი მოვაავლოთ გარემო, რომ საწინააღმდეგოში დავრწმუნდეთ.

რაში ვერ „მორიგებულა“ თეორია და პრაქტიკა?



## VIII. რამდენ ვალენტია ალუმინი და ბარიუმი პერკლორატში

### 74. რამდენ ვალენტია ალუმინი და ბარიუმი?

გამოცდაზე ლექტორი ეკითხება სტუდენტს:

— რამდენ ვალენტია ამ პირობებში ალუმინი?

— ერთვალენტია.

— ბარიუმი?

— ისიც ერთვალენტია — და სტუდენტი დაფაზე წერს რამდენიმე რეაქციას უცნაური შედეგების ნაერთებით:  $BaCl$ ;  $AlF$ ;  $Al_2O$ ;  $AlO$ ;  $CaCl$ ;  $BaCl_3$ ;  $Ba_2O_3$ .

— კეთილი! — აწყვეტინებს ლექტორი.

წარმოიდგინეთ, ამ სტუდენტის ცოდნას მაღალი შეფასება მიეცა. საკითხავია, რამდენად ღირსეულია ეს შეფასება?

### 75. ალუმინის ჯავზანი

პალოგენები რომ ენერგიულად ჰამენ ლითონებს და, მით უმეტეს, ალუმინს, საკვირველად არ უნდა მოგვეჩვენოს. ყველაზე „ზარმაცი“ პალოგენები — იოდი და ბრომიც კი ადვილად რეაგირებს ალუმინთან, ხოლო ქლორზე ლაპარაკი ზომ ზედმეტია. მოსალოდნელი იყო, რომ ფტორი, რომელიც ყველაფერს „ჭამს“ და ჟანგავს (თვით სხვების დამ-ჟანგველ ჟანგბადსაც), ალუმინს განსაკუთრებული სიხარბით მოექცეოდა და ადვილად შთანთქავდა. ზოგიერთმა შეიძლება არც დაიჭეროს, რომ მათი ურთიერთქმედების რეაქცია დაწყებისთანავე ქრება!

საკითხავია, რა ასეთი მედეგი ჯავზანი გამოიხატა ალუმინმა ფტორის შემსუსრელი ძალის წინააღმდეგ?

## 76. ალუმინი იხსნება ... ზამოხდილ წყალში

ალუმინი რომ წყალში უხსნადია, ეს მარტო ქიმიკოსებისათვის როდია ცნობილი. მაგრამ აი მკვლევარი იღებს ალუმინის ფირფიტას, აგდებს გამოხდილ წყალში, ჭურჭელს ათავსებს სპეციალურ დანადგარში, აცხელებს მას და ხდება საკვირველება: ალუმინი იმდენად ენერგიულად იწყებს გახსნას, რომ რამდენიმე წუთის შემდეგ მთლიანად გადადის ხსნარში.

რატომ ექცევა ასე „უპატივეცემულოდ“ ალუმინი ფიზიკურ-ქიმიურ მონაცემებს?

## 77. როდესაც ლითონი აზოტმჟავადან წყალბადს ამჟავებს...

ახალგაზრდა ქიმიკოსი-მკვლევრის მოხსენება ზოგიერთი ლითონის აზოტმჟავაში ხსნადობას ეხებოდა. იგი ამტკიცებდა, რომ ხსნადობის აირად პროდუქტებში ნახული იყო... წყალბადი! ამ ცნობამ, ცხადია, ყველა გააკვირვა, ვინაიდან უფროსი კლასის მოსწავლეებმაც კი კარგად იციან, რომ არც ერთი ლითონი აზოტმჟავადან წყალბადს არ გამოაძეებს; მეცნიერი თანამშრომელი კი დაჟინებით ირწმუნებოდა — წყალბადის არსებობა არაერთგზის შევამოწმეთ! მომხსენებლის სიტყვებს დამაჯერებლობას სძენდა ცხრილებში მოყვანილი მონაცემები.

— თვით ლითონი რა სისუფთავის იყო? — შეეკითხა მომხსენებელს ერთ-ერთი დამსწრე.

— თითქმის სამ ცხრიანს აღწევდა (99,9%). მას ხომ ელექტროლიზით ვიღებდით საგულდაგულოდ გაწმენდილი ხსნარებიდან! — იყო პასუხი.

ბოლოს თვით ლაბორატორიის ხელმძღვანელი ჩაერია კამათში:

— ლითონისა და აზოტმჟავას რეაქციის პროდუქტებში წყალბადი, ცხადია, იქნებოდა...

როგორ გააგრძელებდით თქვენ ამ თითქოსდა უცნაურ მოსაზრებას?

## 78. უკეთესია დაბალი ტემპარატურა, კრაპტინა კი აზოტბინებს მაღალს!

ამიაკის სინთეზის რეაქცია, მისი დიდი ტექნიკური მნიშვნელობის გამო, ყოველმხრივია შესწავლილი. დადგენილია, რომ აზოტისა და წყალბადის ურთიერთქმედებისას —  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

რეაქციის პროდუქტის — ამიაკის პროცენტი აირნარევიში (წონასწორული პირობებისათვის) ტემპერატურის გაზრდით მნიშვნელოვნად მცირდება.

მაშასადამე, იმისათვის, რომ აირნარევი გვექონდეს ამიაკის რაც შეიძლება მაღალი პროცენტი, უმჯობესია პროცესი 400°-ის ფარგლებში ან უფრო დაბალ ტემპერატურაზეც კი ჩავატაროთ. ეს არა მარტო თეორიული მონაცემია, არამედ პრაქტიკულადაცაა შემოწმებული.

მიუხედავად ამისა, ქიმიკოსი-ტექნოლოგები მაინც მაღალ (500°) ტემპერატურაზე ამჯობინებენ პროცესის ჩატარებას. ამ დროს კი აირნარევი თითქმის ორჯერ (!) ნაკლები ამიაკი გვაქვს (26%), ვიდრე, მაგალითად, 400°-ზე შეიძლებოდა გვექონოდა (48%).

რა გამართლება უნდა ჰქონდეს სარწმუნო მონაცემების ასე აშკარად უგულებელყოფას?

#### 79. აირები... ერთმანეთს არ ერევა!

ორი სხვადასხვა თვისების გამხსნელი, მაგალითად, ნავთი და წყალი რომ ერთმანეთს არ ერევა, ეს ვინ არ იცის! მაგრამ ხდება თუ არა მსგავსი რამ... აირებში? არა მგონია, ასეთი მოვლენა ვინმეს შეეძინოს, მიუხედავად იმისა, რომ ეს შეუძლებლობა... ნამდვილად შესაძლებელია.

როგორ გგონიათ — რა პირობებში?

#### 80. სტუდენტის ცოდნის შემოწმების „ნეიტრონული მეთოდი“

სტუდენტის პასუხით უკმაყოფილო პროფესორმა საჭიროდ ჩათვალა დამატებითი კითხვის მიცემა.

— აბა, ახლა ცოდნის შემოწმების „ნეიტრონულ მეთოდს“ მივმართოთ! — ამბობს იგი, ფეხზე დგება და განაგრძობს: — რას იტყვი, კერძოდ, ნეიტრონისა და ჰელიუმის ურთიერთქმედების რეაქციის შესახებ?

— ნეიტრონის ჰელიუმთან ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება... — ცდილობს მეხსიერების დაძაბვას სტუდენტი.

პროფესორი უკმაყოფილოდ იკმუნება, რაც ავის მომასწავებლად აქვთ დაცდილი სტუდენტებს.

— გვეყოფა ერთმანეთის ტანჯვა! არ იცით!

— პატივცემულო, მე ხომ ჯერ კარგად არ მომიფიქრებია! — ცდილობს „ხავსს მოეჭიდოს წყალწაღებული“.

— არის ზოგიერთი რამ, რასაც ბევრი ფიქრი არ სჭირდება! — ერთგვარი სინანულით ამბობს პროფესორი. ძნელია სტუდენტის „გამეტება“, მაგრამ რას იზამ?

უცნაურად ხომ არ გეჩვენებათ გამომცდელის „გამოდავება“?



როდესაც ქევენდიშის, რამზაისა და რელის მიერ ჩატარებულ კვლევათა შედეგად ინერტულ ელემენტს არგონს მიაგნეს, მეცნიერებს ეგონათ, რომ მთავარი სიძნელე დაძლეული იყო. მათ წარმოდგენაც არ შეეძლოთ, თუ რამდენ თავსამტკრევ პრობლემას წამოჰკრიდა ამ აირთან ახლო „ნაცნობობა“.

პირველი უცნაურობა ის იყო, რომ მას არ აღმოაჩნდა... ქიმიური თვისებების.. ამიტომ შეარქვეს არგონი („უმოქმედო“).

არგონის აღმოჩენისთანავე მეცნიერებმა მზერა მიაპყრეს ქიმიურ ელემენტთა პერიოდულობის კანონის შემქმნელს დ. მენდელეევს, ვინაიდან გაუგებარი იყო — სად უნდა მოეთავსებინათ ეს ელემენტი სისტემაში.

დ. მენდელეევმა აქაც ჩვეული გონებაამახვილობით განჰკვრიტა, რომ აქტიური დამუანგველებიდან — ჰალოგენებიდან საწინააღმდეგო ქიმიური თვისებების მქონე მეტალებზე (აღმდგენელებზე) გადასვლა არა ნახტომისებურად მკვეთრად, არამედ ნულოვანი ჯგუფის მეშვეობით უნდა მომხდარიყო.

მაგრამ აღსანიშნავია ისიც, რომ ასეთი ვარაუდის შედეგად არგონმა დიდ მეცნიერს იმედიც გაუტრუა. დ. მენდელეევი ისე გარდაიცვალა, რომ ვერ მოესწრო არგონის მთავარი საიდუმლოების ახსნას: ამ ელემენტის ატომური მასა მთელი ერთეულით მეტი აღმოჩნდა (და არა ნაკლები, როგორც პერიოდულობის ძირითადი კანონის შესაბამისად იყო მოსალოდნელი), ვიდრე მისი მომდევნო ელემენტის — კალიუმის ატომური მასაა!

რატომ ვერ შეძლო დიდმა მეცნიერმა ამ ნამდვილად საკვირველი და უაღრესად საინტერესო მოვლენის ახსნა? იქნებ არგონი არ ზის „თავის სავარძელში“?

## 82. არგონის კიდევ ერთი საიდუმლო

ჩვენი პლანეტის ატმოსფეროს შემდგენელი ნებისმიერი აირი ამა თუ იმ რაოდენობით შორდება დედამიწას — იკარგება კოსმოსის უკიდევანო სივრცეში. მაგრამ ეს გარემოება ჭერჭერობით არავის აფიქრებს: უანგზადისა და აზოტის დანაკარგი ზედმეტად ივსება ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმყოფელობის შედეგად გამოყოფილი და ვულკანების მიერ ამოფრქვეული აირებით. რაც შეეხება ინერტულ აირებს, მათი რაოდენობა გეოლოგიურ ეპოქათა მიხედვით სულ უფრო და

უფრო მცირდება; ამის გამოა, რომ ინერტული აირების შემცველობა ატმოსფეროში ასე მცირეა და ერთ პროცენტსაც არ აღემატება. მაგრამ დახეტ საკვირველებას: ამ მცირე რაოდენობაში არგონის წილი ათასჯერ აღემატება ყველა დანარჩენი ინერტული აირების რაოდენობას, ე. ი. გაცილებით მეტია, ვიდრე უნდა მოველოდეთ.

გასაგები იქნებოდა ასეთი რომ ყოფილიყო მძიმე ინერტული აირი — ქსენონი, რომელიც ნაკლებად მოძრავია და, მაშასადამე, ნაკლებადაც იკარგება კოსმოსის სივრცეში. არც ყველაზე მსუბუქი ინერტული აირის — ჰელიუმის სიკარბე გააკვირვებდა მეცნიერებს — მისი მარაგი ხომ განუწყვეტლივ ივსება დედამიწის ქერქში არსებული ურანის რადიოაქტიური დაშლის შედეგად! მაგრამ სწორედ ეს აირები გვაქვს ატმოსფეროში მცირე რაოდენობით.

არგონი კი ათასჯერ მეტია!

საიდან?

### 83. სადიპლომო გეგმარის დაცვაზე

სადიპლომო გეგმარის დაცვაზე მომავალ ქიმიკოსს, რომლის სამუშაო ხსნარების ბუნების შესწავლას ეხებოდა, პროფესორი ეკითხება:

— როგორი სიძლიერისაა ამ შემთხვევაში აზოტმჟავა?

— საკმაოდ სუსტია!

— ხოლო თუ ამ ნაერთში, — პროფესორი დაფაზე დაწერილ ფორმულაზე მიუთითებს, — ამონიუმქლორს გავხსნით?

— მაშინ ამონიუმქლორი ძლიერ მჟავა თვისებებს შეიძენს!

— არის თუ არა ნატრიუმსულფატი ძლიერი... ტუტე?

დიპლომანტმა ამ კითხვაზეც დადებითად უპასუხა და დამაჯერებლად დაასაბუთა თავისი მოსაზრება.

ხახელმწიფო საგამოცდო კომისიის წევრები კმაყოფილი დარჩნენ მომავალი ინჟინრის პასუხით, მოუხედავად იმისა, რომ უკანასკნელმა აზოტმჟავა სუსტ მჟავად წარმოადგინა, ამონიუმქლორი — ძლიერ მჟავად, ხოლო მარილი (ნატრიუმსულფატი) — ძლიერ ტუტედ!

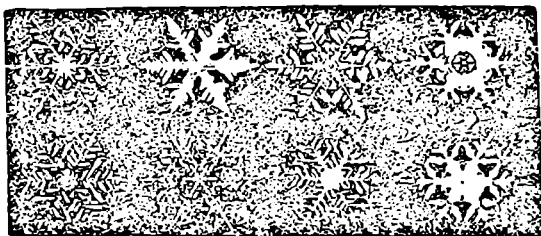
რატომ?

# IX. ტი ს ზ ე რ ი კ დ ა ნ ე ზ ი ს ს ა ო მ რ ე ბ ა



84. ერთადერთი 2300 შორის...

დედამიწაზე ამჟამად 2300-ზე მეტი მინერალია ცნობილი და შესწავლილი. როდესაც „მინერალს“ ვახსენებთ, მას მყარ მდგომარეობაში წარმოვიდგენთ. მაგრამ არის ერთი გამონაკლისი, როდესაც საკმარისად გავრცელებული მინერალი, დანარჩენთაგან განსხვავებით, ჩვეუ-



კრისტალები, რომლებიც არც ერთ მინერალურ მუზეუმში არ ინახება.

ლებრივ პირობებში ერთსა და იმავე დროს შეიძლება იყოს როგორც მყარ, ისე თხევად და აირად მდგომარეობაში. პარადოქსულია, რომ, მიუხედავად საკმაოდ გავრცელებისა, ამ მინერალს ვერცერთ მინერალოგიურ მუზეუმში ვერ შეხვდებით.

თუ გსმენიათ რაიმე ამ საკვირველი მინერალის შესახებ?

დავუშვათ, სამყაროს რომელიმე შორეული ცივილიზაციის წარმომადგენლებმა, რომლებიც წყალს არ იცნობენ, მაგრამ ცალკეული ქიმიური ელემენტის თვისებებში კარგად ერკვევიან, დედამიწაზე დაკვირვებისას მის ზედაპირსა და ატმოსფეროში აღმოაჩინეს წყალბადის ქანგეული (ე. ი. წყალი) თხევადი და ორთქლის სახით.

— ამ პლანეტაზე საშინელი სიცივე ყოფილა — დაასკვნიან ალბათ ისინი, — მასზე დაშვება საშიშია — გაიყინები!

როგორ ფიქრობთ — რატომ გამოიტანდნენ ასეთ პარადოქსულ დასკვნას უცხო პლანეტის კოსმონავტები ამ ნაერთის (წყლის) გაყინვის (ან დუღილის) ტემპერატურისა და, მაშასადამე, დედამიწაზე საშინელი სიცივის არსებობის შესახებ?

## 86. რატომ არ იწვის წყალი?

წყლის ფორმულა ყველამ კარგად იცის. მაგრამ ცნობილია ისიც, რომ წყალბადისა და ქანგბადის ისეთი ფარდობა, როგორიც წყლის შედგენილობაშია, არამცთუ მცირე ნაპერწკლით, არამედ თვითნებურადაც შეიძლება აფეთქდეს და ჰაკმაო ძალითაც. ტყუილად ხომ არა ჰქვია ამ ნარეუს „მგრგვინავი აირი“! თვით წყალში კი ამ ორ ელემენტს შორის საკმაოდ „მშვიდი განწყობილება“ სუფევს — არავის აზრად არ მოუვა, რომ ასეთი საშიში ქიმიური შედგენილობის ნივთიერება ცეცხლს მოარიდონ. პირიქით.

პირველი, რასაც ამ მოვლენის ახსნა შეიძლება დავუკავშიროთ, ალბათ იქნება ის, რომ წყალი — წყალბადის ქიმიური ნაერთია, ე. ი. რეაქციის პროდუქტი; მაგრამ გაიხსენეთ წყალბადის სხვა ქიმიური ნაერთები — სპირტი, ბენზინი, აცეტონი... რომელი ერთი დავასახელოთ? მათთან, რომ იტყვიან, ცეცხლის ხსენებაც არ შეიძლება. ხოლო წყალი რომ არ იწვის, ეს ყველამ კარგად ვიცით.

პოდა, რატომ არ იწვის წყალი?

## 87. ვინ თქვა, რომ წყალი არ იწვისო?

— იწვის და მერე როგორ? მაგრამ, ცხადია, ამას ცოდნა უნდა! — ამბობს მკვლევარი და მინისა და პლასტმასისაგან დამზადებულ ხელსაწყოსთან მიდის. — ამ ჭურჭელში გამოხდილი წყალია. შეგიძლიათ გასინჯოთ. მილში გატარებისას რამდენადმე ცხელდება და ხუფში ამოსვლის დროს მას აირის ჭავლი ცეცხლს უკიდებს.

მართლაც, მკვლევარი აღებს სათანადო ონკანებს და ზღვება საკვირველება: წყლის ქავლი ცხადად იწვის ნათელი, კაშკაშა ალით. მაგრამ სად გაგონილა, რომ წყალს ცეცხლი ეკიდებოდეს?

#### 88. ჰინულის ლოლუების საიდუმლოება

— რა ლამაზია! — უნებლიედ გაიფიქრებს და მზერას აადევნებს ხოლმე ყოველი ჩვენგანი კლდეზე გადმოკიდებული ან წყლის საწრეტი მილის ბოლოზე მიყინული ლოლუების ჩურჩხლეტებს. თვალს მათი სილამაზე იზიდავს, გულში კი მოახლოებული გაზაფხულის იმედი იღვიძებს.

ასეთ პოეტურ ოცნებაში გართულს იშვიათად, რომ „პროზაული“ ფიქრები არ აგეკვიატოს — მაინც როგორ წარმოიშვა ეს დალოცვილი ლოლუა? ერთსა და იმავე ადგილზე თოვლი დნება და იქვე იყინება კიდევ!

რაც მთავარია — ორივე ეს პროცესი საკმაოდ ინტენსიურად მემდინარეობს, თორემ ამოდენა ლოლუებს რა წარმოქმნიდა?

სად ვეძიოთ ყინულის ლოლუების წარმოქმნის საიდუმლოების გასაღები?

#### 89. ზაალი დულს... ბაცხელების გარეშე

მოწაფე წყალს ჯერ აცხელებს, რათა მოაცილოს მასში გახსნილი აირები, შემდეგ აცივებს, ესხამს ვაკუუმის გამძლე კულაში, ტუბუსს უერთებს ვაკუუმტუმბოს და იწყებს ჰაერის გაიშვიათებას. ცოტა ხნის შემდეგ ამჩნევს, წყალი აშკარად დულს!

— რა მოხდა — უკვირს მოსწავლეს, — ამ წნევაზე და ტემპერატურაზე წყალი თითქოს არ უნდა დულდეს!

რა გამორჩა მოწაფეს მხედველობიდან?

#### 90. ტყვიანი აბანს, ზაალში კი არა!

ამ საუკუნის ოცდაათიან წლებში ატომგულურ კვლევათა განთიადზე გენიალური იტალიელი ფიზიკოსი ენრიკო ფერმი (1890—1945) და მისი მოწაფეები საკვირველ მოვლენას წააწყდნენ: ნეიტრონი ადვილად ატანდა ტყვიის ფენაში მაშინ, როდესაც წყლისა და პარაფინის ისეთივე ფენა მისთვის დაუძლეველი იყო.

ე. ფერმი უცებ მისწვდა ამ უცნაური მოვლენის არსს ბილიარდის ბირთვების ურთიერთდაჯახების ანალოგიით.

მაგრამ რა საერთო შეიძლება ჰქონდეს ბილიარდის ბირთვებს ნეიტრონის ბუნების შეცნობასთან?

### 91. ოკეანის ჯურღმულეზო

ოკეანის ჯურღმულეზოში მზის სხივი ვერასოდეს აღწევს და ამიტომ ტემპერატურა იქ ნულ გრადუსზე უფრო დაბალია. მიუხედავად ამისა, ოკეანის ქვედა ფენებში წყალი არასოდეს არ იყინება და, როგორც ირკვევა, ეს გარემოება არც სიცოცხლის არსებობას უშლის ხელს.

რას მივაწეროთ ბუნების ამგვარი შეუსაბამობა?

### 92. სიცხეში — მარილიანი წყალი?

გაზგენერატორების საამქროში სამუშაოდ განწყობულ ახალბედა ინჟინერს საამქროს უფროსი მცირე გასაუბრების შემდეგ მბოლავი და მქშინავი საამქროსაკენ გაუძღვა. შესასვლელში იგი წყლის კიოსკთან შეჩერდა, ჰიქა აიღო და ახალგაზრდას მიაწოდა:

— დალიე, მარილიანი წყალია! საამქროში ცხელა და მოგწყურდება! თუ გინდა, ქაშაყიც მიატანე.

— მარილიანი წყალი უფრო არ მომაწყურებს? — გულწრფელად გაუკვირდა ახალგაზრდას.

— არ გცოდნია! ასეთი წყალი წყურვილს ანელებს! — და წყლის ჩამომსხმელ გოგონას თავისთვისაც გამოართვა ჰიქა.

გოგონას მარილიანი გამოხედვა უფროსის აზრს თითქოს უსიტყვოდაც ადასტურებდა, მაგრამ მარილიანი წყლის სიკეთეს მეტი დასაბუთება დასჭირდა.

მაინც რა მხრივ?

### 93. ცხელი წყლის სიკეთე

— აბა, თუ იცი, დედაჩემო, რატომ ირეცხება ადვილად ცხიმიანი ჭურჭელი ცხელი წყლით?

— ეგ ბებიაჩემმაც კარგად იცოდა! — პირდაპირ პასუხს ერიდება უფროსი, ეტყობა, დროს იგებს მოსაფიქრებლად. შემდეგ ლოგიკურ დასკვნას აკეთებს: — ცხელი წყალი ალბათ ცხიმს ადნობს და...

— მაშინ შეიძლება ჭურჭელი უბრალოდ გავათბოთ, ცხიმი გადნება და...

— აგრე გარეცხილ თეფშზე შენი მომავალი მეუღლე ასადილე!  
მართლაც, რატომ არ შორდება ცხიმი ქურქელს უბრალო გათ-  
ბობით?

#### 94. წყლის გაყინვა ... გამლგავალი მებალით!

მკითხველი, ცხადია, უცებ გაიხსენებს, რომ არის ერთადერთი მე-  
ტალი, სახელდობრ ვერცხლისწყალი, რომელიც ჩვეულებრივ პირო-  
ბებში თხევად მდგომარეობაშია და, თუ მისი ტემპერატურა —  $39^{\circ}$  და  
 $0^{\circ}$ -ს შორის იქნება, ცხადია, მას შეეძლება წყლის გაყინვა.

ნუ გაიკვირვებთ და არის სხვა მეტალები — შენადნობები, რო-  
მელთა მეშვეობითაც შესაძლებელია იმავე ოპერაციის ჩატარება.  
ხომ ვერ დაასახელებთ რამდენიმე მათგანს მაინც?

#### 95. მებალბის გალღობა ... ცხელი წყლით!

ლაპარაკია არა გალიუმზე და მეტალთა ადვილად ღღობად კომ-  
პოზიციებზე (როზეს, დეგარდის, ვუდისა და სხვა შენადნობები), არა-  
მედ ისეთ მეტალებზე, რომელთა ღღობის ტემპერატურა  $150$ — $330^{\circ}$ -ის  
ფარგლებშია. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ინდიუმი ( $156,4^{\circ}$ ), სელენი  
( $220^{\circ}$ ), კალა ( $321,9^{\circ}$ ), ბისმუტი ( $271,3^{\circ}$ ), თალიუმი ( $303^{\circ}$ ), კადმიუმი  
( $320,9^{\circ}$ ) და ტყვია ( $327,7^{\circ}$ ).

რა ხერხს მივმართოთ, რომ ამ მეტალების გაღღობა ცხელი წყლის  
მეშვეობით შევძლოთ?



## X. მელდი პარამეზების სამყაროში

96. მზის ზედაპირიდან დაშორებისას ტემპერატურა ... იზრდება!

მზის ზედაპირის (ფოტოსფეროს) ტემპერატურა 4500-დან (შავი ლაქების მიდამოებში) 6000°-მდე მერყეობს (ნათელ წარმონაქმნებში). მაგრამ როგორ იცვლება ტემპერატურა მზის ზედაპირიდან მოშორებისას? პასუხი თითქოს თავისთავად ნათელია — ტემპერატურა უნდა ეცემოდეს, განსაკუთრებით ათეული ათასი კილომეტრით თუ დავშორდებით მზეს. მაგრამ მეცნიერებს ელიმებათ:

— ტემპერატურა არამც თუ მცირდება, პირიქით, — იზრდება, ასეულ ათას და მილიონ გრადუსს აღწევს!

რისი მიზეზით შეიძლება მოხდეს ასეთი თითქოსდა შეუსაბამობა?

97. რა მოუვა ნახშირს მზის ზედაპირზე?

ყველასათვის ცნობილია, რა ადვილად იწვის ნახშირი გახურებისას. წვის პროცესი მით უფრო ინტენსიურია, რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა.

წარმოვიდგინოთ, რომ ჩვენ შევძელით ერთი ტონა ნახშირის გადასროლა მზის გავარჯარებულ ზედაპირზე. მიუხედავად იმისა, რომ მზის გვირგვინის ტემპერატურა 4500—6000°-ის ფარგლებშია, ნახშირი იქ მაინც არ დაიწვება. ვფიქრობთ, რომ ის, ვინც ვარსკვლავთა შედგენილობით მცირედ მაინც არის დაინტერესებული (კოსმოსის ათვისების ხანაში ეს არც არის გასაკვირი), ალბათ უცებ მიხვდება: ნახშირბადს მზის ზედაპირზე რა დასწავს, იქ ხომ ჟანგბადი არ არისო? მაგრამ პარადოქსული აქ სწორედ ის არის, ნახშირბადი აღებულ შემთხვევაში მაინც არ დაიწვებოდა, ჟანგბადი ბევრიც რომ იყოს მზეზე.

მაშ რა მოუვა მას?



კატალიზატორების მნიშვნელობას ქიმიური გარდაქმნებისა და მათი ჩვენი ნების მიხედვით წარმართვისათვის ახლა ყველა აღიარებს, გარდა... მაღალტემპერატურიანი პროცესების სპეციალისტებისა!

პირველი, რაც შეიძლება ვიფიქროთ, ალბათ ისაა, რომ 3000°-ისა და უფრო მაღალი ტემპერატურების გამძლე კატალიზატორების შერჩევა მიუწვდომელი ოცნებაა.

მაგრამ სავალდებულო ხომ არ არის, რომ კატალიზატორი მყარი ან თხევადი სახით გვექონდეს? იქნებ აირადიც გამოინახოს?

— მაინც არ გვინდა — ჯიუტობენ პლაზმის თაყვანისმცემლები. გინახავთ ასეთი სიჯიუტე?

### 99. ვულკანები და ჰიმნი

საიდან აქვთ ვულკანებს ასეთი ზღაპრული ძალა? ამოფრქვევის ენერგია ხომ ზოგჯერ ათასჯერ და მეტადაც სჭარბობს იმას, რაც დიდი წნევის მქონე ვულკანურ აირებს შეუძლია განავითარონ გავარაგებული ლავის ამოფრქვევის დროს?

„სადაც მეღვარი ძალაა, იქ არ შეიძლება ქიმიას არ ედგას ფეხი!“ — აცხადებენ ქიმიკოსები. რა საბუთით?

დაკვირვებები აჩვენებს, რომ ამოფრქვევა რომელიღაც ჩაკვეური რეაქციის დაწყებას აძლევს ბიძგს, მაგრამ რა უნდა ფეთქდებოდეს ვულკანური ამოფრქვევის პროდუქტებში?

### 100. როდესაც ძნელი

საჰმე უფრო ადვილია

ტექნიკის მოწინავე დარგების განვითარება ამჟამად აუცილებელს ხდის 2—4 ათასი გრადუსის ტოლი ტემპერატურების ათვისებას (კოს-



ბობოქრობს ცა და მიწა

მოსური ხომალდების წვის კამერები, მაგნიტურ-ჰიდროდინამიკური გენერატორები, ქიმიური და მეტალურგიული მრეწველობა და სხვ.).

მიუხედავად ამისა, შეიძლება ითქვას, რომ დღესდღეობით ტემპერატურის ეს ინტერვალი უფრო ნაკლებადაა ათვისებული, ვიდრე 6—10 ათასი გრადუსის ფარგლები.

გამოდის, რომ ძნელი საქმე უფრო ადვილად იქნა ათვისებული?

#### 101. CO არ იწვის ჟანგბადის ჰაველში!

ცნობილია, რომ რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა, მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს ქიმიური, კერძოდ — წვის პროცესი.

როგორ გგონიათ, რა სიჩქარე უნდა ჰქონდეს, მაგალითად, ნახშირ-ჟანგის დაჟანგვის რეაქციას ჟანგბადის არეში 4000°-ის პირობებში? ალბათ მეყსეული!

მაგრამ ცდებმა აჩვენეს, რომ ასეთ მაღალ ტემპერატურაზე CO ჟანგბადის ჰაველშიაც კი არ იწვის!

რას მივაწეროთ ეს საკვირველი მოულოდნელობა?

#### 102. „მეტაორიტიული წვიმა“

ბევრს ალბათ შეუძინევიან, რომ აპრილის შუა რიცხვებში და აგვისტოს ბოლოს განსაკუთრებით ხშირია ვარსკვლავთცვენა.

ისიც ცნობილია, რომ ეს „ვარსკვლავები“ ციურ სხეულთა ამა თუ იმ სიდიდის ნატეხებია, რომლებიც ჩვენი პლანეტის ატმოსფეროს ზედა ფენებში შემოიჭრება ხოლმე დიდი სიჩქარით და იქ იწვის. მაგრამ რა უნდა იწვოდეს 50—100 კმ სიმაღლეზე გაიშვიათებულ ატმოსფეროში, მით უმეტეს, რომ ბევრ შემთხვევაში ეს მეტეორიტები ლითონთა ჟანგულების, ე. ი. უკვე დამწვარი ნივთიერებების ნარევის წარმოადგენს?

#### 103. წვის ღროს მუტი ენერგია გამოიყოფა, ვიდრე აფეთქებისას!

აფეთქების შესახებ ბევრ ჩვენგანს არამარტო სმენია, არამედ დარწმუნებულა კიდევ მის მდგარ ძალაში. უკანასკნელი წლების მანძილზე გაზეთებში ხშირად ვხვდებით სასიხარულო ცნობებს იმის შესახებ, რომ აფეთქებამ „პროფესია“ გამოიცივალა — მას მშვილობიანი გამოყენების გზები დაესახა! ასეთებია ლითონთა დამუშავების ნაირგვარი სფეროები და განსაკუთრებით კი მდინარეთა კალაპოტების გადაღობვა,

როდესაც მთელ მთას, მილიონობით ტონა მთის ქანს თითქოს რაღაც დაუჯერებელი გოლიათური ძალა თვალის დახამხამებაში ასწევს პაერში და ასეულ მეტრზე, ზუსტად გამოთვლილ ადგილას „დააბინავენ“.

— რა დიდძალ ენერგიას გამოყოფს ალბათ ამ დროს ფეთქებადი ნივთიერება! — არ შეიძლება უნებურად არ გაიფიქროს კაცმა.

— გაცილებით ნაკლებს, ვიდრე იმავე წონის ნახშირის დაწვით მიიღება! — პასუხობენ ქიმიკოსები.

თითქოს დაუჯერებელია, არა? მაშ რა ქმნის აფეთქების სიძლიერეს?

#### 104. ტემპნიკა — მკურნალი

მაღალ ტემპერატურაზე, 3000—10000°-ის პირობებში (რასაც მეცნიერები „დაბალტემპერატურიან პლაზმას“ უწოდებენ) ქიმიური რეაქციები მეყსეულად, წამის მეათასედ და მემილიონედ ნაწილში მიმდინარეობს; ცხადია, რომ ეს ფაქტორი ბევრი ტექნოლოგიური პროცესის დიდი მასშტაბით და სწრაფად ჩატარების რეალურ პერსპექტივას ქმნის.

მაგრამ დახეთ უბედურებას — გაცივების დროს რეაქციის პროდუქტები ასევე სწრაფად რეაგირებს ერთმანეთთან და ისევ გამოსავალ მასალებს ვიღებთ. ეს აუფასურებს მაღალი ტემპერატურების გამოყენების ესოდენ დიდ უპირატესობას ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიისათვის. მაგრამ ტექნიკური აზრის გამჭვრიახობამ, სიძნელის მიუხედავად, მაინც წარმატებით „უწამლა“ ამ თითქოსდა უკურნებელ „ავადმყოფობას“.

როგორ ფიქრობთ — რითი?

#### 105. რაც მეცნიერებს არ აუინფათ

რაც უფრო გავარვარებულია სხეული, მით უფრო კაშკაშებს და ბევრ სითბოს ასხივებს იგი. ცხადია, რომ ეს გარემოება დიდ საშიშროებას ქმნის, კერძოდ, თერმოატომგულური მართვადი რეაქციების განხორციელებისათვის. მილიონ გრადუსამდე გავარვარებული წყალბადის პლაზმის გამოსხივებამ ხომ მეყსეულად უნდა ააორთქლოს ნებისმიერი ცეცხლმედგი მასალა, ხოლო ტექნიკური საშუალება, რომელსაც ამ მასალის გაცივება და შენარჩუნება შეეძლება, არ არსებობს!

მაგრამ მეცნიერებს ეს პრობლემა განსაკუთრებული ყურადღების ღირსად არც მიაჩნიათ.

რა მოსაზრებაზე დაყრდნობით?

როდესაც მაღალტემპერატურულ პროცესებზე ვლაპარაკობთ, გასაკვირველად არ უნდა მოგეჩვენოს, რომ ეს ორგანულ ქიმიის არ ეხება. მართლაც და რა უნდა ჰქონდეს საერთო ორგანულ ნაერთებს მაღალ ტემპერატურასა და ყოვლისშემძუსერელ პლაზმასთან? 2000°-ის ფარგლებში ხომ არც ერთი რთული ორგანული ნაერთი არ არსებობს! თვით ორგანიკოსებს კი სულ სხვა აზრი აქვთ. მეტსაც ვიტყვი: ვარაუდობენ, რომ მაღალტემპერატურიან პროცესებს ისინი უფრო ადრე დაეუფლებიან, ვიდრე არაორგანიკოსები!

რომელი ლოგიკით?

### 107. "მაგრამ", რომელიც საკმის შველის

ცნობილია, რომ თანამედროვე ტექნიკის განვითარების ერთ-ერთ ძირითად შემაფერხებელ პრობლემას წარმოადგენს მაღალი ტემპერატურის გამძლე საკონსტრუქციო მასალების გამოძენის სირთულე.

— კი, მაგრამ ხომ გვაქვს ძნელდნობადი მეტალები — ვოლფრამი (3410°), ტანტალი (3000°), რენიუმი (3160°), მოლიბდენი (2600°), ნიობიუმი (2450°) და სხვ. — შეიძლება გაუკვირდეს ზოგიერთს. სწორი შენიშვნაა, მაგრამ საქმე ის არის, რომ მეტალებს (და მათ შენადნობებსაც) უკვე 400—600°-მდე გახურებისას სწრაფად უქვეითდება მექანიკური თვისებები, კერძოდ, სიმტკიცე; ხდება მასალის პლასტიკური და ადვილად დეფორმირდებიან, დაბალია მათი კოროზიული მედეგობა, ბევრი მათგანი აირების გამტარიც ხდება.

მართალია, გამოიხატა ნაერთები (ზოგიერთ მეტალთა კარბიდები, ნიტრიდები, სილიციდები), რომლებიც ამ მხრივ უფრო გამძლეა, მაგრამ სამაგიეროდ მათი უმრავლესობა მყიფეა — ადვილად იმსხვრევა დარტყმისაგან და სხვ.

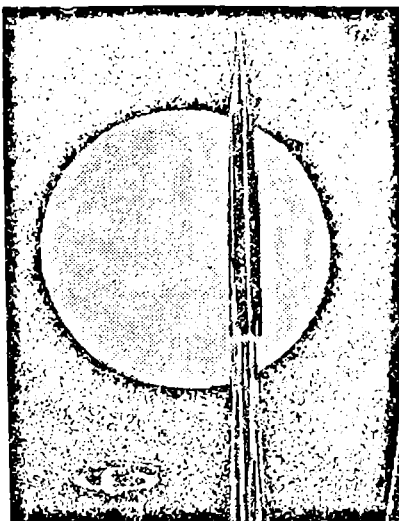
მაღალ ტემპერატურებზე სამუშაოდ ძვირფასი მასალაა გრაფიტი, რომელიც 3900°-მდეა მყარ მდგომარეობაში, მსუბუქია, ადვილად მუშავდება, იაფია და ხელმისაწვდომი. რაღა დარჩა? საუბედუროდ, ისიც ადვილად იჟანგება, 2200°-ის ზევით კი ინტენსიურად ორთქლდება.

— აღარ ყოფილა საშველი და ეს არის! — იტყვიან თქვენ; თუმცა მოიცათ, კოსმოსური ხომალდის საქშენის მასალა ხომ 3000°-მდე გავარვარებულ აირებს უძლებს რამდენიმე ათეულ ატმ. წნევაზე! მაშ, რისგან არის დამზადებული ეს აპარატი?

— იმავე მასალებისაგან, მაგრამ...

— რა მაგრამ?

XI. „უ ე ზ ე ვ ე“  
 ე ნ ე რ გ ი ი ს  
 გ უ რ მ ი ვ ო ბ ი ს  
 კ ე ნ ო ნ ზ ე



108. რაკეტის ძრავას საილუმოება

კოსმოსური ხომალდი ჩვეულებრივად რამდენიმე ტონას იწონის. ცხადია, რომ ასეთი დიდი ტვირთის სწრაფად, ოთხ-ხუთ წუთში ატყორცნას კოსმოსურ სივრცეში საკმაოდ მძლავრი ძრავა სჭირდება. მართლაც, რაკეტა-მატარებელი, რომელმაც ხუთტონიანი ხომალდი — „აღმოსავლეთი-1“ დედამიწის თანამგზავრის ორბიტაზე გაიყვანა, 15 მლნ კვტ სიმძლავრისა იყო. შედარებისათვის დავსძენთ, რომ ეს ექვსჯერ აღემატება საბჭოთა კავშირის ერთ-ერთი დიდი ჰიდროელექტროსადგურის სიმძლავრეს.

მაგრამ აქ ერთ საოცარ პარადოქსთან გვაქვს საქმე: რაკეტის ძრავაში გამოყენებული ქიმიური საწვავის დაქანგვა დედამიწაზე არა 15, არამედ მხოლოდ 5 მლნ კვტ სიმძლავრეს მოგვეცემდა! მაშასადამე, საწვავს რეალურად მხოლოდ იმის მესამედი (!) სიმძლავრის განვითარება შეუძლია, რაც მინიმალურად საჭიროა ხელოვნური თანამგზავრის გასაშვებად, ე. ი. მის მიერ პირველი კოსმოსური სიჩქარის გასავეითარებლად (დაახლოებით 8 კმ/წმ). გამოდის, რომ წვის შედეგად გამოყოფილ ენერგიას არ შეუძლია ორბიტაზე გაიყვანოს რაკეტა. სინამდვილეში კი ეს უკანასკნელი მაინც ავითარებს საჭირო სიჩქარეს.

მაშ, საიდან შეივსებს კოსმოსური ხომალდი ენერგიის ამ არცთუ ისე მცირე დანაკლისს?

ვთქვათ, ვერტიკალურად აღმავალი რაკეტის წვევის ძალა იმდენად შევამცირეთ, რომ იგი რაკეტის წონის ტოლი გახდა. ამ შემთხვევაში რაკეტა ერთ ადგილას უნდა გაჩერდეს. მაშასადამე, ძრავა მუშაობს, იწვის სათბობი, გამოიყოფა საკმაოდ დიდძალი ენერგია, მუშაობა კი არ სრულდება, ვინაიდან რაკეტა ერთ ადგილზეა გაჩერებული და არ გადაადგილდება. მართლაც, მუშაობა ხომ ტოლია ძალისა და მანძილის ნამრავლისა:  $A=FS$  და რადგან მანძილი  $S=0$  (რაკეტა ერთ ადგილზეა გაჩერებული), ამიტომ მუშაობა  $A=0$ .

საკითხავია, მაშ რაზე უნდა იხარჯებოდეს წვის ენერგია?

#### 110. საიდან ჩნდება მიღი ატომგულური საწვავი?

წვის შედეგად დარჩენილი პროდუქტები, როგორც ვიცით, საწვავად აღარ გამოდგება. თანამედროვე, ე. წ. გაფართოებული აღწარმოების („ბრიდერული“ ტიპის) ატომგულური რეაქტორები კი სწორედ იმით არის პერსპექტიული, რომ რადიოაქტიური გარდაქმნის შედეგად მიიღება ახალი ხლეჩადი მასალები, რომელთა რაოდენობა აღემატება „ამომწვარი“ 235U-ის რაოდენობას. მაშასადამე, გამოდის, რომ ატომგულურ რეაქტორებში შეიძლება უფრო მეტი „საწვავი“ გაჩნდეს, ვიდრე დასაწყისში გვექონდა. სხვანაირად რომ ვთქვათ, „საწვავი“, დახარჯვის ნაცვლად, გროვდება! სწორედ ეს ფაქტორი არის ერთ-ერთი სერიოზული სტამული ატომგულური ენერგიის მშვიდობიანი მიზნით გამოყენებისა და შესაბამისი ელექტროსადგურების ქსელის გაფართოებისათვის.

მაგრამ ხომ ეწინააღმდეგება ატომგულური საწვავის ამგვარად დაგროვების პრინციპი ენერგიის მულმივობის კანონს?

#### 111. სად მთხ ენერგიას მოგვცემს ნახშირის დაწვას?

როდესაც ტვირთი აგვაქვს ზევით, ცხადია, ვზრდით მის პოტენციურ ენერგიას. მაგალითად, ათიოდე კილოგრამი ნახშირის მე-5 სართულზე ატანისას მისი ენერგია დაახლოებით 1000 ჯოულით დიდდება. ცხადია, რომ მაღალ მთაზე ან თვითმფრინავის დიდ სიმაღლეზე ასვლისას, ენერგიის ეს მატება საკმაოდ თვალსაჩინო უნდა იყოს.

როგორ გგონიათ, გვიბრუნდება თუ არა ეს დამატებითი ენერგია უკანვე, მაგალითად, იალბუზზე ატანილი ნახშირის დაწვის შედეგად, და თუ გვიბრუნდება, რატომ ვერ ვამჩნევთ ამას?

ეთქვათ, ლითონის ან მინის ჭურჭელი ავაესეთ წყლით, დავხუფეთ და ძლიერ გავაცივებთ. წყალი გაფართოვდება და გახეთქავს ჭურჭელს. ეს მუშაობაა, რომელიც შესრულდა, ხოლო მუშაობის შესასრულებლად კი, ენერჯის მუდმივობის კანონის თანახმად, დამატებითი ენერჯის მიწოდებაა საჭირო, კერძოდ, სითბოს სახით. ჩვენ კი პირიქით მოვიქცეთ — სისტემას წავართვი სითბო (გავაცივებთ).

როგორ შეიძლება ამ შეუსაბამობის ახსნა?

113. როდის იხარჯება უფრო მეტი ბენზინი?

— ცხადია, ზამთარში! — გიპასუხებს გამოცდილი ავტომძღოლი, — ჯერ მანქანის გათბობა რად ღირს ხოლმე!

— ალბათ კარგად არ დაკვირვებხართ, თორემ ზამთარში მეტი საწვავი როგორ დაიხარჯება! — იტყვის ის, ვისაც კარნოს ციკლის კლასიკური მაგალითი ცოტათი მაინც ახსოვს.

მართლაც, თბური მანქანის მქკ ხომ ტოლია: 
$$\eta = \frac{T_{201} - T_{200}}{T_{200}}$$

მაშასადამე, რაც უფრო დაბალია მაცივრის ტემპერატურა ( $T_{200}$ ) გამახურებლის ტემპერატურის ერთი და იმავე მნიშვნელობის დროს, მით უფრო უახლოვდება თბური მანქანის (ჩვენს შემთხვევაში — ავტომანქანის ძრავას) მქკ მაქსიმუმს — 100%-ს. მართლაც, ძრავას მუშაობის ცალკე გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ ზამთარში მისი მქკ გაცილებით მაღალია. რაც შეეხება თვით ავტომანქანას, იგი მაინც თავის პატრონს „უჭერებს“ — ბენზინს ცივ ამინდში გაცილებით მეტს ხარჯავს!

რომელია მართალი — თეორია თუ პრაქტიკა?

114. სხეული თბება... სითბოს მიწოდების გარეშე!

როდესაც სხეულსა და გარემოს შორის სითბოს გაცვლა არ ხდება, სხეულის ტემპერატურა თითქოს მუდმივი უნდა იყოს — იგი ხომ არც ცივდება და არც თბება!

მაგრამ მეცნიერებს პარადოქსულად არ მიაჩნიათ იმის მტკიცებაც, რომ არსებობს რამდენიმე გზა სხეულის გათბობისა და გაცივებისათვის სწორედ იმის გამო, რომ იგი სითბოს გაცვლას არ ახდენს გარემოსთან.

ნუთუ შეიძლება ასეთი პროცესები არსებობდეს ჩვენს სინამდვილეში?

მთავარი წყარო ყოველგვარი ენერჯისა ჩვენს პლანეტაზე იყო და იქნება მზე. მართალია, მისი გამოსხივების მხოლოდ ორმემილიარდედი თუ აღწევს ჩვენამდე, ხოლო აქედან მცენარეები 1,5%-საც ძლივს იყენებენ, მაგრამ ესეც ასეთულჯერ აქარბებს მსოფლიოს ელექტროსადგურების ახლანდელ სიმძლავრეს.

მაგრამ მზე არა მარტო დედამიწის ზედაპირამდე მოღწეული სხივების ე. წ. „ოქროს წვიმის“ სახით გვთავაზობს თურმე იაფ და უხვ ენერჯიას. დადგენილია, რომ მზის სხივების საკმაო ოდენობა შთაინთქმება ტროპოსფეროში, 150—210 კმ სიმაღლეზე. ეს ენერჯია უანგბადის მოლეკულებს ადავზნებს და შლის ატომებად. ამ უკანასკნელთა ისევ მოლეკულებად გარდაქმნა 8 კალ. ენერჯიას გვაძლევს უანგბადის ყოველ კგ-ზე. ეს კი თუნდაც 50 კმ სისქის ჰაერის ფენისათვის 10<sup>14</sup> კკალ იქნებოდა!

რატომ არ ვიყენებთ სიკეთის ამ უხვ წყაროს, რომელიც მილიონობით ტონა საწვავის ეკონომიას მოგვცემდა?

#### 116. მებო სითბო — ნაკლები სიმძლავრე?

დამტკიცებულია, რომ რეაქტიული ძრავას საწვავისათვის ზოგიერთი ქიმიურად აქტიური ლითონების — მაგნიუმის, ალუმინის, ლითიუმის, ბერილიუმის ფხვნილის მცირე რაოდენობით დამატება საგრძნობლად აძლიერებს წვეის ძალას და ამცირებს დამუანგველი ნივთიერების ხარჯს.

ამ მოვლენას მეცნიერებმა ადვილად მოუნახვეს ახსნა: აღნიშნული ლითონების დაუანგვა უფრო ეგზოთერმულია, — სითბოს მეტი რაოდენობის გამოყოფით მიმდინარეობს, ეს ზრდის გატყორცნილი აირების ტემპერატურას და, მაშასადამე, მოცულობასაც, რაც, თავის მხრივ, ძრავას სიმძლავრის გაზრდის საწინდარია.

აქ თავისთავად იზადება კითხვა: ხომ არ ემჯობინებოდა საწვავად სწორედ ამ ლითონების ფხვნილები აგველო? ამან ხომ ძრავას სიმძლავრე რამდენჯერმე უნდა გაზარდოს, შეამციროს მისი ზომები, ამასთან საწვავიც ნაკლები უნდა დაიხარჯოს და დამუანგველიც.

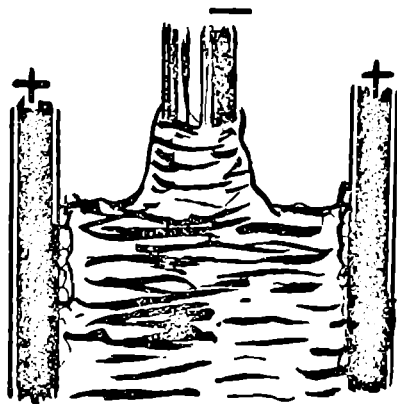
მაგრამ კონსტრუქტორები, რომლებიც რა ღონეს არ ხმარობენ იმისათვის, რომ როგორმე თითოეული კილოგრამი ჩამოაკლონ რაკეტის წონას, ქიმიკოსების ასეთ თითქოსდა მნიშვნელოვან წინადადებას ყურადღების ღირსადაც არ თვლიან — მარტო ლითონის საწვავზე ჰაერ-რეაქტიული ძრავა საერთოდ არ იმუშავებსო.

კონსტრუქტორები კი თავისი სიტყვის პატრონები არიან. რა საბაბი აქვთ მათ ასეთი მტკიცებისათვის?



## XII. ელექტროდენი .

### დ ქ ი მ ი ა



#### 117. რატომ ხდება ელექტროლიზი?

ელექტროლიზის პროცესი წყალხსნარებსა და გამლდვალ მარილებში მუდმივი ელექტროდენის გატარებასთან არის დაკავშირებული. მაგრამ ელექტროდენს ზოგიერთი არაწყალხსნარი (თხევადი ამიაკი) და მყარი სხეულები, კერძოდ, მეტალებიც კარგად ატარებენ, ელექტროლიზი კი, ე. ი. ნივთიერების გადატანა ელექტროდებისაკენ, ამ დროს არ ხდება.

რას მივაწეროთ ეს შეუსაბამობა?

#### 118. ბუნების ყველაზე ზუსტი კანონი — ემპირის კმეში

ელექტროლიზის კანონები, რომლებიც ჯერ კიდევ 1834 წ. აღმოაჩინა დიდმა ინგლისელმა ფიზიკოსმა და ქიმიკოსმა მ. ფარადეიმ, ბუნების უზუსტეს კანონთა რიცხვს მიეკუთვნება. ფარადეის კანონები დამოკიდებული არ არის ელექტროლიტის შედგენილობასა და ელექტროდების მასალაზე, დენის ძალასა და ძაბვაზე, მაღალ ან დაბალ ტემპერატურაზე, წნევაზე, აბაზანის ფორმასა და მასალაზე, ელექტროდებს შორის მანძილზე და სხვ. მაგრამ როგორ მართლდება ამ კანონების სიზუსტე პრაქტიკული ელექტროლიზის პირობებში? უნდა ითქვას, რომ აქ ერთ უცნაურობასთან გვაქვს საქმე: ზოგიერთი იშვიათი გამონაკლისის გარდა, ელექტროლიზის შედეგად, როგორც წესი, გა-

ცილებით ნაკლებ პროდუქტს ვიღებთ ხოლმე, ვიდრე აღნიშნული კანონების შესაბამისად უნდა მიგვეღო. NaOH-ის ელექტროლიზის დროს, მაგალითად, კათოდზე ორჯერ ნაკლები ნატრიუმი გამოიყოფა ხოლმე, ვიდრე მოსალოდნელი იყო. ასეთ შემთხვევაში ელექტროქიმიკოსები ამბობენ — გამოსავალი დენის მიხედვით 50%-ს აღწევს. რაც შეეხება ტუტემიწა და ზოგიერთ სხვა ქიმიურად აქტიურ ლითონებს, მათი ნაერთების ელექტროლიზი ზოგჯერ საერთოდ არ გვაძლევს მეტალს.

მკითხველი, ალბათ, გუნებაში ამბობს — „ესეც შენი უზუსტესი კანონებიო!“ მაგრამ წარმოიდგინეთ, რომ, არც თეორეტიკოსებისა და არც პრაქტიკოსების აზრით, ზემოაღნიშნული გარემოება სრულებით არ აყენებს ჩრდილს ფარადეის კანონების სიზუსტესა და სიდიადეს. როგორ შევთავსოთ პრაქტიკის ასეთი მონაცემები თეორიასთან?

#### 119. ელექტროგამტარობა შემცირების ნაცვლად იზრდება!

ლითიუმი ოთხჯერ ნაკლები ელექტროგამტარობით ხასიათდება, ვიდრე სპილენძი (ამ უკანასკნელს, ვერცხლსა და ოქროსთან ერთად, მეტალებში ყველაზე მაღალი სითბო და ელექტროგამტარობა ახასიათებს). მაშასადამე, ლითიუმის დამატებამ საგრძნობლად უნდა შეამციროს სპილენძის ელექტროგამტარობა. სინამდვილეში კი ხდება პირიქით — სპილენძის ელექტროგამტარობა ლითიუმის მცირე (0,001%) დამატების შემთხვევაშიც კი იმდენად იზრდება, რომ ეს მეტოდი მნიშვნელოვან პრაქტიკულ გამოყენებას პოულობს.

რას მივაწეროთ ეს თითქოსდა შეუსაბამობა?

#### 120. ძნელადაც და ... ადვილადაც!

ტუტემიწამეტალების — სტრონციუმისა და ბარიუმის მიღება არამც თუ წყალხსნართა, არამედ გამლღვალი მარილების ელექტროლიზითაც არ ხერხდება. ეს გარემოება კარგად არის ცნობილი და აღწერილია სათანადო სახელმძღვანელოებში. მაგრამ იქვე შეიძლება შევხვდეთ იმის უტყუარ მტკიცებასაც, რომ ამ მეტალთა ლღობილი მარილების ელექტროლიზი... ადვილად მიმდინარეობს!

რატომ უნდა იყოს შესაძლებელი ეს ორი ერთმანეთის საწინააღმდეგო მტკიცება?

თანამედროვე ავიაშენებლობის, ტრანსპორტისა და სახალხო მე-  
ურნეობის ბევრი მნიშვნელოვანი დარგისათვის ესოდენ საჭირო მსუ-  
ბუქი მეტალი, როგორც მაგნიუმი, მისი გამლვეალი ქლორიდის  
 $MgCl_2$ -ის ელექტროლიზით მიიღება სამრეწველო აბაზანებში. ზოგი-  
ერთი ტიპის ელექტროლიზური 90000 და მეტი ამპერის სიმძლავრისაა.

ხანდახან ხდება ასეთი უცნაურობა: მაგნიუმის გამოსავალი აბაზა-  
ნაზე კატასტროფულად ეცემა — დენი იხარჭება, მეტალი კი არ მი-  
იღება. ქიმიური ანალიზი აჩვენებს, რომ  $MgCl_2$ -ის რაოდენობა გამლ-  
ვეალ ელექტროლიტში 15%-მდეა შემცირებული. ოსტატი-მეაბაზანე  
კი მასში  $CaCl_2$  ან  $BaCl_2$ -ს ამატებს და დენით გამოსავალი ისევ  
85%-მდე იზრდება!

ვთქვათ, მეაბაზანე შეცდა, მაგრამ აბაზანა როგორღა „ტყუვდება“?

## 122. მეტალი გამოიყოფა ... ანოდიზე!

ელექტროლიზის მეშვეობით მეტალების მიღების შესაძლებლობა  
ჯერ კიდევ წარსული საუკუნის გარიჟრაჟზე იქნა დადგენილი, როდე-  
საც ცნობილმა ინგლისელმა მეცნიერმა ჰ. დევიმ ტუტეების ელექტრო-  
ლიზით პლატინის კათოდზე პირველად გამოყო ნატრიუმი და კალიუ-  
მი\*. მას შემდეგ არავის გაუხდია სადავოდ საკითხი — რომელ ელექ-  
ტროდზე ხდება მეტალის მიღება? ყველა სახელმძღვანელო ამ კითხვას  
ერთმნიშვნელოვნად პასუხობს — კათოდზე!

მაგრამ აი, ყველასათვის მოულოდნელად უკრაინელმა მეცნიერებ-  
მა (და ისიც ვინ? — ელექტროქიმიკოსებმა!) განაცხადეს, რომ ელექ-  
ტროლიზის პროცესში შესაძლებელია ლითონის გადატანა... კათოდი-  
დან ანოდზე!

რა საბუთი უნდა ჰქონოდათ მათ ასეთი პარადოქსული განცხადე-  
ბისათვის?

## 123. მეტალების მიღება ... მიწის ელექტროლიზით!

თანამედროვე ტექნიკამ ისეთი უაღრესი ქიმიური აქტივობის მქო-  
ნე მეტალებსაც კი გამოუნახა გამოყენების სფერო, როგორცაა რუ-  
ბიდიუმი და ცეზიუმი (კერძოდ, რადიოელექტროტექნიკაში — ფოტო-  
ნახევარგამტარ ტექნიკაში და სხვ.). მაგრამ ამ ელემენტების გამოყენე-  
ბა საკმაოდ ფერხდება იმის გამო, რომ მათი სუფთა სახით მიღება ერ-

\* „მეტალებზე მონადირე“ ჰ. დევის მიერ იყო მიღებული აგრეთვე მაგნიუმი, კალციუმი, ბარიუმი და ბორი.

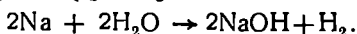
თობ ძნელ პრობლემას წარმოადგენს იგივე ქიმიური აქტივობის გამო\*. ასე რომ, არამც თუ ჩვეულებრივი ტექნოლოგიური ხერხები, არამედ გამლღვალ მარილების ელექტროლიზის მეთოდიც კი არ იძლევა სასურველ შედეგს.

და აი, ამ სამი ათეული წლის წინ დადგინდა ამ მეტალების მიღების შესაძლებლობა... მინის ელექტროლიზით!

მაგრამ როგორ შეიძლება, რომ მინის ელექტროლიზით მეტალი მივიღოთ?

#### 124. ხელსაყრელია და მაინც არ ამაბიზენი

ნატრიუმის მიღების ერთ-ერთი გავრცელებული ხერხია მისი გამლღვალ ტუტის NaOH-ის ელექტროლიზი კესტნერის მეთოდით. პროცესი 320°-ზე მიმდინარეობს. კათოდზე მიღებული ნატრიუმი ნაწილობრივ რეაგირებს იმ წყალთან, რომელიც ჰიდროქსიდ-იონების დაუანგვის შედეგად გამოიყოფა ანოდურ არეში:



ამიტომ ძირითადი პროდუქტის — ნატრიუმის გამოსავალი ჩვეულებრივად 50 %-ს არ აღემატება, ე. ი. ორჯერ ნაკლებია, ვიდრე შეიძლება იყოს. ეს, ცხადია, მეტად მცირეა, ამიტომ გასაგებია მისწრაფება — როგორმე შეამცირონ დენისა და პროდუქტის დანაკარგები.

სამრეწველო გამოცდამ დაამტკიცა, რომ თუ ელექტროლიტს 18 %-მდე ნატრიუმკარბონატს  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ს დავუმატებთ, საგრძნობლად გაიზრდება დენით გამოსავალი, თვით პროცესი კი უფრო დაბალ ტემპერატურაზე შეგვიძლია ჩავატაროთ. მაგრამ პრაქტიკაში კარბონატის დამატებას მაინც არ მიმართავენ, მიუხედავად იმისა, რომ ეს პროდუქტი საკმაოდ იაფია და არადეფიციტური.

— საჭირო არ არისო! — განმარტავენ წარმოების მუშაკები და ყველა ეთანხმება მათ. რა საბაბით?

#### 125. რატომ არის უარყოფილი იოლი გზა?

ცნობილია, რომ მეტალთა გამლღვალ მარილები, კერძოდ, ქლორიდები დენს გაცილებით უკეთ ატარებს, ვიდრე მათი წყალხსნარები. ამ თვისებაზეა აგებული ელექტროქიმიურ წარმოებათა ტექნოლოგიის ისეთი მძლავრი და ტექნიკისათვის დიდმნიშვნელოვანი დარგების გან-

\* ცუხიუმი, მაგალითად, იმდენად აქტიური ელემენტია, რომ — 100°-ზედაც კი რეაგირებს მინასთან!

ვითარება, როგორცაა ალუმინის, მაგნიუმის, ნატრიუმის. კალციუმისა და ზოგიერთი სხვა ქიმიურად აქტიური მეტალის მიღება. მაგრამ ყოველი ამ პროცესთაგანი შედარებით მაღალ ტემპერატურას მოითხოვს, ზოგჯერ 950°-მდეც კი. მათგან განსხვავებით თითქოს ძალიან ადვილი უნდა იყოს ტიტანის ოთხქლორიდის ელექტროლიზი. ეს უკანასკნელი, წყლის ანალოგიურად, უკვე ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე თხევად მდგომარეობაშია (იგი მყარდება — 25°-ზე, ხოლო დუღს 136°-ზე). მიუხედავად ამისა, მეტალურ ტიტანს არა ელექტროლიზით, არამედ გაცილებით უფრო რთული, მრავალსაფეხურიანი გზით ლეზულობენ.

რატომ უნდა იყოს უარყოფილი თითქოსდა უფრო იოლი გზა?

## 126. როგორ მივიღოთ ბარიუმის ტუტე?

ბარიუმის ტუტე ანუ ჰიდროქსიდი —  $Ba(OH)_2$ , რომელიც ზოგჯერ „ბარიტის წყლის“ სახელითაც იხსენიება, მნიშვნელოვანი პროდუქტია. მას დიდი რაოდენობით იყენებს ნავთობმომპოვებელი მრეწველობა და სახალხო მეურნეობის სხვა დარგები.

ბუნებაში და კერძოდ ჩვენს რესპუბლიკაში ბარიუმი საკმაო რაოდენობით არის სულფატის —  $BaSO_4$ -ის სახით. მაგრამ მისი გადამუშავება ბარიუმის სხვა ნაერთებად მეტად ძნელი საქმე აღმოჩნდა.

ამიტომ  $Ba(OH)_2$ -ის მიღების ეკონომიურად მიზანშეწონილი ხერხის შემუშავება ჯერ კიდევ ქიმიკოს-ტექნოლოგთა ზრუნვის საგანია. მართალია, მას იღებენ სამრეწველო მასშტაბით, მაგრამ მეთოდი გრძელ და რთულ გზას ეყრდნობა:  $BaSO_4$ -ს ჯერ ალაღვგენენ  $BaS$ -მდე და მხოლოდ მისი შემდგომი გადამუშავებით შეიძლება სხვა ნაერთების მიღება.

მაგრამ, აი, ერთ-ერთმა მეცნიერმა თანამშრომელმა დაადგინა, რომ ბარიტი, რომელიც თავისი უხსნადობით არის ცნობილი, შეიძლება ძლიერ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში 12%-მდეც კი გაიხსნას.

მან გადაწყვიტა — ჩაეტარებინა ელექტროლიზი და დაიწყო ცდის მომზადება.

— ტყუილად ირჩები, პროცესი არც კი დაიწყება! — გააქარწყლა მისი ენთუზიაზმი უფროსმა კოლეგამ.

რა მოსაზრებაზე დაყრდნობით?

## 127. ბამოილვა მთი სპილენძი, ვიღრა ხსნარში იყოს

მოსწავლეს დაევალა სპილენძის სულფატის ხსნარის ელექტროლიზის ჩატარება; მითითების შესაბამისად, მან დაამზადა 0,2 ნ კონცენტრაციის ხსნარი ნახევარი ლიტრის მოცულობით. მოამზადა საჭი-

რო ხელსაწყოები, ხსნარში ჩაუშვა ელექტროდები, ჩართო წრედი, რეოსტატის მეშვეობით მიიღო საჭირო დენის ძალა (4,0 ა) და დანიშნა დრო. გაანგარიშების სიადვილისათვის ცდის ხანგრძლივობა ზუსტად ერთი საათით განსაზღვრა, რის შემდეგაც წრედი გამორთო.

— მაშასადამე, გატარებულია 4 ა-საათი! — დაასვენა მოსწავლემ და დაიწყო ამ დროის განმავლობაში გამოყოფილი სპილენძის რაოდენობის გათვლა.

იგი ასე მსჯელობდა:

$$26,8 \text{ ა-საათი გვაძლევს } \frac{63,54}{2} = 31,77 \text{ გ სპილენძს.}$$

მაშასადამე, 4,0 ა-საათი გამოყოფდა  $\frac{31,77}{26,8} \cdot 4 = 4,75 \text{ გ სპილენძს.}$

— ეს რა გამოვიდა! — შენიშნა ხელმძღვანელმა, როდესაც ამ გაანგარიშებას გაეცნო. — აბა, მიანგარიშე, სულ რამდენი სპილენძი გქონდა ხსნარში?

და მართლაც, გაანგარიშებამ ცხადყო, რომ 0,5 ლიტრი 0,2 ნ ხსნარი შეიცავდა მხოლოდ  $\frac{63,54}{2} \cdot 0,5 \cdot 0,2 = 3,177 \text{ გ სპილენძს.}$

გამოდის, რომ ელექტროლიზის შედეგად ზუსტად ერთნახევარჯერ მეტი სპილენძი გამოილექა, ვიდრე ხსნარში იყო! გასაგები იქნებოდა — ნაკლები გამოლექილიყო, — დანაკარგები ყოველთვის მოსალოდნელია! მაგრამ მეტი?

რას უნდა მოასწავებდეს ეს აშკარა შეუსაბამობა?

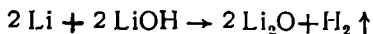
## 128. ისამ თეორია და პრაქტიკა

ლითიუმი წინა საუკუნის დასაწყისში აღმოაჩინეს (1817 წ., არფვედსონი), მაგრამ 1950 წლამდე, მისი სიმსუბუქის მიუხედავად (0,53), ყველაზე უპერსპექტივო მეტალად ითვლებოდა — რბილია, ჰაერზე ადვილად იჟანგება, საკონსტრუქტორო შენადნობებს არ იძლევა და სხვ.

ამჟამად კი იგი ყველაზე პერსპექტიულ მეტალადაა აღიარებული, რადგან თერმოატომგულური რეაქციის მასალად არის ნავარაუდები.

ამ მეტალის სუფთა სახით გამოყოფა, საკმაოდ დიდი უარყოფითი პოტენციალის გამო, მხოლოდ გამლღვალი მარილებიდან არის შესაძლებელი, როგორც ეს ნატრიუმისა და სხვა ქიმიურად აქტიური მეტალების შემთხვევაში ხდება. პირველი, რაც უნდა ვიფიქროთ, ეს არის

LiOH-ის ელექტროლიზი. მაგრამ ამ ხერხს არ მიმართავენ, ენაიდან გამოყოფილი მეტალი მთლიანად იხსნება ლლობილში:

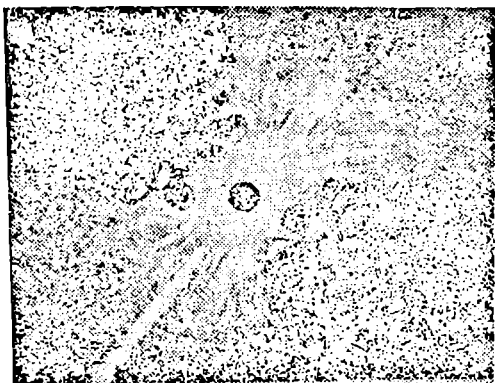


რაც შეეხება სუფთა LiCl-ის ელექტროლიზს, ამ მარილის დიდი ჰიგროსკოპიულობის გამო, მისი გამოყენება მეტად მოუხერხებელი გამოდგა. იფიქრეს მისთვის KCl-ის დამატება, რაც ამ უხერხულობას მოხსნიდა, მაგრამ აქ კიდევ სხვა სიძნელემ იჩინა თავი: ლითიუმისა და კალიუმის გამოყოფის პოტენციალის სიდიდემ იმდენად ახლოს არის ერთმანეთთან, რომ, ცხადია, კათოდზე მხოლოდ მათი შენადნობი უნდა გამოიყოს.

მიუხედავად ამისა, პრაქტიკაში მაინც LiCl—KCl-ის ნაზავის ელექტროლიზს მიმართავენ და ზემოაღნიშნულის საპირისპიროდ ლითონში კალიუმის შემცველობა 1%-ს არ აჭარბებს!

რას მივაწეროთ თეორიისა და პრაქტიკის ასეთი შეუსაბამობა?

— . —



### XIII. „რეპორ- ტაჟის დოკუმენტი“

129. რადიუმი — დედამიწის მინერალი

ამ საუკუნის დასაწყისიდან დღემდე კაცობრიობის მიერ მოპოვებული რადიუმის რაოდენობა მალე ალბათ 2 კგ გადააჭარბებს. დედამიწის ქერქში კი მისი შეცულობა დაახლოებით  $2 \cdot 10^{-10}\%$ -ს აღწევს. რადგან რადიუმის ნახევრად დაშლის პერიოდი დაახლოებით 1590 წელია, შეიძლება ვიგულისხმოთ, რომ 1590 წლის წინათ, ე. ი. ახალი წელთაღრიცხვის სადღაც 400 წლის ახლოს, რადიუმის რაოდენობა ორჯერ მეტი იქნებოდა, 3180 წლის წინ კი ოთხჯერ მეტი და ა. შ.

თუ მივიღებთ, რომ დედამიწის წლოვანება ათიოდე მილიარდ წელს აღწევს, არც ისე რთული გაანგარიშება გვიჩვენებს, რომ ამჟამად თუნდაც ერთი ტონა რადიუმის არსებობის შემთხვევაშიც კი დედამიწის წარმოქმნის მომენტისათვის რადიუმის მასა  $10^{1890000}$  ტონას აჭარბებდა, ე. ი. წარმოუდგენლად უფრო დიდი უნდა ყოფილიყო, ვიდრე თვით დედამიწის მასაა.

სად ექნებოდა ამ შესაბამისობის ახსნა?

130. რადიოაქტიური მარჯვენა სითბოს არ გამოყოფს!

სტუდენტი რადიოაქტიური ელემენტების დაშლის მექანიზმს არჩევდა. ლექტორმა შეაწყვეტინა მსჯელობა:

— განა თვით რადიოაქტიური პროცესი, ცალკე აღებულ, სითბოს გამოყოფით მიმდინარეობს?

— არა, მაგრამ... — და სტუდენტმა დაასაბუთა თავისი მოსაზრება. ლექტორი კმაყოფილი დარჩა პასუხით, მიუხედავად იმისა, რომ ორი-



ვემ კარგად იცოდა — რა დიდძალი სითბო გამოიყოფა ატომურ ქვაბებსა და ატომურ ბომბებში.

ამ ფაქტებში რაიმე შეუსაბამობას ხომ ვერ ხედავთ?

### 131. იშვიათია თუ არა იშვიათი მეტალები?

ბევრს ალბათ სმენია იშვიათი მეტალების შესახებ. გასაკვირიც არ არის: სწორედ ამ მეტალებმა განაპირობა თანამედროვე ტექნიკის დიდმნიშვნელოვანი დარგების — ელექტრონიკის, ატომგულური და თერმობათმგულური ენერგეტიკის, რაკეტული ტექნიკის, საოცარი გამომავლელი მანქანებისა და, ვინ მოსთვლის, კიდევ რამდენ სხვა საკვირველებათა აღმოცენება და განვითარება.

ცხადია, რომ ტერმინი „იშვიათი მეტალები“ და, უფრო ფართო გაგებით — „იშვიათი ელემენტები“ მათ მცირე გავრცელებაზე მიგვითითებს. მართლაც, იშვიათი მეტალების საერთო რაოდენობა დედამიწის ქერქში (16 კმ სიღრმემდე) ~0,65%-ს არ აღემატება, მიუხედავად იმისა, რომ ეს ტერმინი დ. მენდელეევის ელემენტთა პერიოდული სისტემის 50-მდე ელემენტს, ე. ი. თითქმის ნახევარს მოიცავს.

მაგრამ ბევრი ამ იშვიათი მეტალთაგანი გავრცელებით ზოგჯერ სჯარბობს კიდევ ჩვეულებრივ, ადამიანის პრაქტიკაში უძველესი დროიდან ღრმად დამკვიდრებულ ისეთ „არაიშვიათ“ მეტალებს, როგორცაა: ოქრო, ვერცხლისწყალი, ვერცხლი, ტყვია, კალა, სპილენძი, თუთია და სხვ. ტიტანი, მაგალითად, მიწის ქერქში ორჯერ უფრო მეტი რაოდენობითაა, ვიდრე მისი მომდევნო ათიოდე ელემენტი, ერთად აღებული. ვანადიუმი იმდენივეა, რამდენიც ნიკელი ან თუთია და ა. შ.

მაშ, რატომ არ მიეკუთვნება ოქრო, ვერცხლი, ბისმუტი, სპილენძი, ტყვია, კალა და სხვ. იშვიათი მეტალების ჯგუფს?

### 132. ურანი და თორიუმი რომ არ ყოფილიყო დედამიწაზე...

— მაშინ ჯერ კიდევ კარგა ხანს ვერ ჩადგებოდა ადამიანის სამსახურში ატომგულური ენერგია! — იტყვის საქმის მეტნაკლებად მცოდნე მკითხველი. ეს გასაგებიცაა: სწორედ ურანის ერთ-ერთი იზოტოპის  $^{235}\text{U}$ -ის „არანორმალურმა“ ქცევამ მისცა გეზი მეცნიერებს — მიეკვლიათ ატომის გულში დაფარული ენერგიის უდიდესი შესაძლებლობისათვის. ამასთანავე იგივე მეცნიერები ამტკიცებენ, რომ ურანისა და თორიუმის გარეშე ჩვენ ჯერჯერობით ვერც რადიოაქტიურობის

მოვლენას აღმოვაჩინდით. მათ კი კარგად იციან, რომ ამ მოვლენას სულ სხვა ელემენტის — რადიუმის — წყალობით მიაგნეს.

მაშ, რატომ მიაწერენ მეცნიერები ასეთ ყოველისშემძლეობას ურანსა და თორიუმს?

### 133. ოპროს აქცივინ .. ვერცხლისწყალად!

როგორც იქნა ასრულდა ალქიმიკოსთა (და არა მარტო ალქიმიკოსთა) ოცნება — შესაძლო გახდა ვერცხლისწყლის ან ვერცხლის გადაქცევა უფრო ძვირფას ლითონად — ოქროდ! რადიოაქტიური გარდაქმნების საკვირველ ეპოქაში ანალოგიური ამბები აღარავის აოცებს.

მაგრამ საოცარი აქ სხვა რამ არის: ადამიანი პირიქით იქცევა — ამ მეთოდით იგი ოქროს აქცევს... ვერცხლისწყალად, ე. ი. ათჯერ უფრო იაფ ლითონად! ერთი ანდაზისა არ იყოს — „მსურველს არ შეუძლია და შემძლეს არ სურსო“!

რატომ გადაავლეს ასეთი „ცივი წყალი“ ალქიმიკოსთა ძლივს ახდენილ ოცნებას?

### 134. მბტალი ლღვივა +30°-ზე, ხოლო -30°-ზე თხავად მდგომარეობაშია!

ჩვენ მიჩვეული ვართ, რომ ლღობის ტემპერატურის ქვევით ნივთიერება მყარ მდგომარეობაში უნდა იყოს. მართლაც, ლღობის ტემპერატურა ხომ იგივეა, რაც გამყარებისა!

მაგრამ არის შემთხვევები, როდესაც ნივთიერება ასე არ იქცევა და სათაურში აღნიშნული მოვლენა სინამდვილეს შეეფერება. რაც მთავარია, ასეთი თვისება შეიძლება არა მარტო მეტალს, არამედ არამეტალსაც ახასიათებდეს. რას მივაწეროთ ეს გარემოება?

### 135. ზამთარილზოგილივადი ვიტამინები

ვიტამინების გადამწყვეტი მნიშვნელობა ორგანიზმის სიცოცხლის უნარიანობისათვის საყოველთაოდაა აღიარებული.

მაგრამ გამოირკვა, რომ თავისებური ვიტამინები მეტალებსაც ისევე სჭირდება, როგორც ადამიანს. უფრო მეტიც: ეს ვიტამინები არა მარტო ხელს უწყობს იმას, რომ ფოლადის ნაკეთობა არ გადაიღალოს (მეტალიც იღლება: ნამუშევარი დეტალი ბევრად ნაკლებ დატვირთვის უძლებს, ვიდრე ახალი!) და უფრო დიდხანს „ცოცხლობდეს“, არამედ აკეთილშობილებს კიდევ მას!

ცხადია, ასეთი რამ ჩვეულებრივი ვიტამინებისათვის მიუწვდომე-  
ლია.

რა განსაკუთრებული ვიტამინები უნდა სჭირდებოდეს მეტალებს?

### 136. გვიან დაფასებული სიკეთე

ატომგულური რეაქტორის კონსტრუქციული ელემენტების დასამ-  
ზადებლად განსაკუთრებულ თვისებათა ერთობლიობის მქონე მასალებ-  
ია აუცილებელი. უმაღლესი სისუფთავის, საჭირო ფიზიკურ-მექანი-  
კური მახასიათებლებისა და კოროზიული მედეგობის გარდა, მათ სხვა  
სპეციფიკური მოთხოვნებიც წაეყენებათ, კერძოდ, თბური ნეიტრონე-  
ბის შთანთქმის მცირე განივკვეთი. ეს უკანასკნელი ფაქტორი მნიშვნე-  
ლოვანია არა მარტო ნეიტრონების ეკონომიის თვალსაზრისით (ატომ-  
გულის გახლეჩის შედეგად გამოტყორცნილი ნეიტრონები უქმად რომ  
არ იხარჯებოდეს), არამედ იმიტომაც, რომ ნეიტრონების შთანთქმის  
შედეგად საკონსტრუქციო მასალებში შეიძლება წარმოიშვას შინაგანი  
დაძაბულობა, რასაც ამ მასალების სხვა ნივთიერებად გარდაქმნა, მო-  
ცულობის შეცვლა და მათი რღვევა („ნეიტრონული კოროზია“) მოს-  
დევს.

ამ მხრივ მეტად მნიშვნელოვანი საკონსტრუქციო მასალა თითქოს  
ცირკონიუმში უნდა ყოფილიყო, მაგრამ ჯერ კიდევ 1945 წლის გამო-  
კვლევებმა აჩვენა, რომ ნეიტრონების შთანთქმის განივკვეთი ცირკო-  
ნიუმისათვის არის 3,0 ბარნი\*, რაც გაცილებით სკარბობს ნეიტრონე-  
ბის შთანთქმის უნარს ალუმინისათვის (0,215 ბარნი), მაგნიუმისა  
(0,059 ბარნი) და რკინისათვის (2,43 ბარნი).

მაგრამ მიუხედავად ზემოთქმულისა, ატომგულურ ენერგეტიკაში  
ამჟამად მაინც მაღალი სისუფთავის ცირკონიუმს იყენებენ. ატომური  
„ქეაბის“ საპასუხისმგებლო ნაწილი — სითბოს გამომყოფი ელემენ-  
ტების გარსაცმი სწორედ ასეთი სისუფთავის ცირკონიუმისაგან მზად-  
დება და არა ალუმინისაგან ან უქანგავი ფოლადისაგან. საკვირველი ის  
არის, რომ ნეიტრონების შთანთქმის დიდ განივკვეთზე უკვე ლაპარაკი  
აღარ არის.

რით უნდა მოეგო ცირკონიუმს მეტად მომთხოვნი კონსტრუქტო-  
რების გული?

---

\* ბარნი არის ატომგულური ურთიერთქმედების ეფექტური განივკვეთის ერთე-  
ული, ტოლი 10<sup>-24</sup> სმ<sup>2</sup>. მისი სიდიდე ამ რეაქციის ალბათობის მაჩვენებელია.

როდესაც ურანის ატომგულების დაშლა-დახლეჩის რეაქციაზე ვლაპარაკობთ, ვგულისხმობთ 235U და 233U იზოტოპებს. მაგრამ ამ იზოტოპების დაშლის რეაქცია ხომ ბუნებრივ ურანშიც მიმდინარეობს და, მაშასადამე — ნეიტრონების ნაკადიც გვაქვს, რამაც უნდა უზრუნველყოს დაშლის პროცესის ზეგვისებული განვითარება.

მაშ რატომ არ იხლიჩება ბუნებრივი ურანი თავისთავად?

### 138. უცნაური პირობა ... აფეთქებისათვის

ბევრისათვის ალბათ ცნობილია, რომ ატომური ბომბის აფეთქებისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს მკაცრად განსაზღვრული რაოდენობის ხლეჩადი ნივთიერების (მაგალითად, 235U იზოტოპის) ერთად თავმოყრა აფეთქების მომენტში.

ამის გარეშე ბომბის სიკვდილიანი ჯოჯოხეთურ ძალას თითქოს ღრმად „სძინავს“ და არაფრით ამქლავნებს ბოროტ განზრახვას. მაგრამ აი, ვთქვათ, ხლეჩადი ნივთიერების ორი ნახევარი მყისიულად შეერთდა (რაც ჩვეულებრივ ამფეთქი ნივთიერების მეშვეობით ხდება); მიიღწევა ე. წ. „კრიზისული“ მასა და მკითხველის გონებას, ალბათ, ცხადად წარმოუდგება ხიროსიმასა და ნაგასაკის ტრაგედია!

საჭიროა აღინიშნოს, რომ „კრიზისულ მასას“ და მის შესაბამის „კრიზისულ ზომებს“ კიდევ უფრო დიდი მნიშვნელობა აქვს ატომგულური ენერგეტიკისათვის. მაგრამ საკვირველია, რომ ორივე სიდიდე საკმაოდ დიდ ფარგლებში იცვლება — ასეული კილოგრამიდან რამდენიმე კილოგრამამდე.

ასეთი უცნაური პირობა ჩვეულებრივი ამფეთქი ნივთიერებებისათვის უცხოა — იგი ყოველთვის ფეთქდება, რა რაოდენობითაც არ უნდა იყოს აღებული, თუ ინიცირება მოხდა.

მაშ, რას უნდა მიეწეროს ატომგულური ნივთიერების ასეთი უცნაური ქცევა?



## XIV. ომისეროინდელი ჩანანეიხებიდან

139. ნახევარტონიანი რისხვა

ნახევარტონიანი საეიაციო ბომბი 1942 წლის მაისამდე არ მენახა. და აი, ისიც — ნაპირსგარიყული ზვიგენივით გდია სოფლის გზაზე და თითქოს ბრაზისაგან იბერება, რატომ ვერ მოვასწარი ავის ჩადენა!

— ამათთან მუშაობა ფიქრის გარეშე შეიძლება — ამბობს თანმხლები ჯარისკაცი — „რაიმე“ რომ მოხდეს, გააზრებას ვერ მოასწრებ, ისე დაიშლები მოლეკულებად!

შევაფასე მდგომარეობა: წალება არ ხერხდება, არც ადგილზე აფეთქებაა სასურველი (იქვე სოფელია), საჭიროა უენებელყოფა. კიდევ კარგი, ამფეთქებელი გვერდზე აქვს და კარგადაც ჩანს.

მოვარგეთ ჩვენი თვითნაკეთი ინსტრუმენტი. დიდი წვალების შემდეგ ამფეთქებლის ზედა რგოლი დაგვეყვა ნებას.

— მთავარი გაკეთებულია! — შვებით ამოისუნთქეს ჯარისკაცებმა და თამბაქოს შეხვევას შეუდგნენ.

— მთავარი ის არის, „რაინმეტალის“ ეშმაკი არ იჯდეს ბუდეში! —

— „ვამშვიდება“ მე მათ.

საქმე იმაშია, რომ გერმანულ ბომბებს ამფეთქები ელექტროკონდენსატორის პრინციპზე ჰქონდათ მოწყობილი. დაბალი სიმაღლიდან ჩამოვდებისას კონდენსატორი ზოგჯერ რატომღაც არ განიმუხტებოდა (ამას ჩვენ რუსული ზამთრის სიმკაცრეს მივაწერდით; იმ ზამთარს კი ტემპერატურა — 40°-ზე დაბალი იყო!). ბოლოს დეტონატორთან დამატებით ჩადგეს „რაინმეტალის“ სისტემის მექანიკური ამ-

ფეთქი, რომელიც ამოქმედდებოდა, თუ ვინმე კონდენსატორის ამოღებას დააპირებდა! მტრის ამ ვერაგობას პირველ ხანებში ცოტა როდი უმსხვერპლია. ამის შესახებ ჩვენი მთავარსარდლობის საგანგებო ბრძანებაც იყო, რომელიც ასეთი ბომბების გაუფნებლობას სასტიკად კრძალავდა! ჩვენ ეს უკვე ვიცოდით და ამიტომ პლასტმასის კონდენსატორის მოხსნა გრძელი თოკის მეშვეობით გადავწყვიტეთ. ესეც ერთგვარი ბედის მინდობა იყო, თორემ სამოციოდე ნაბიჯის დაშორება და მცირე საფარი ნახევარტონიანი რისხვისაგან რას დაგვიცავდა!

მაგრამ საფრთხე მშვიდობიანად განვლეთ და მაისის ის მზიანი დღე უდროოდ არ დაგვდამებია.

სამაგიეროდ ვერაფერი მოუხერხეთ მელნიტის (პიკრინმჟავას) დეტონატორებს. როგორ არ ვცადეთ მათი ამოღება — საშველი არ დაადგა!

ჩამოვჩქებით მცირე რუის პირას, რომელიც ბომბის ცოტა ზევით ხეხილის ბაღიდან მოწანწყარებდა და დავიწყეთ დაყვითლებული თითების ხეხვა. წყალსაც უჩვეულო სიყვითლემ დაჰკრა. ჩვენ კი ჩვენსას ფიქრობდით — როგორ უვნებელგვეყო ნახევარტონიანი რისხვა?

თქვენ ხომ არაფერს გვირჩევდით, მკითხველო, თუნდაც ისეთს, რასაც ჩვენ მაშინ მივაგენით?

#### 140. ცხადი სიზმარი

1942 წლის იანვრის მიწურულში ჩვენი ჯარის ნაწილებმა მნიშვნელოვანი საკვანძო სარკინიგზო სადგური სუხინიჩი აიღეს და ცხარე ბრძოლების შემდეგ მტერი მდ. ყიზრდას იქით უკუაგდეს.

ჩვენს სანადმე-საინჟინრო ოცეულს ქალაქის გაწმენდა დაევალა აუფეთქებელი მინების, ბომბებისა და ყუმბარებისაგან, რომლებითაც უხვად იყო მოფენილი ქალაქის ქუჩები და რკინიგზის ლიანდაგებიც კი! სამუშაოს ვერ აუუდიოდით, ხშირი საჰაერო თავდასხმებიც გვიშლიდა ხელს, ამიტომ ამ საქმეს აპრილის ბოლომდე შევწყვიტეთ.

დღესასწაულების წინ საბარგო სადგურს მივაღებით, რომლის ადგილას ახლა ტონიანი ბომბების ორი დიდი ორმო იყო პირდაღებული, ახლო-მახლო შენობების არსებობაზე კი მხოლოდ კედლების ნანგრევები ილა მიუთითებდა. შევისწავლე მდგომარეობა. გადავწყვიტე ჯერ 50 კგ-იან საარტილერიო ჭურვების საკმაოდ დიდი შტაბელის უვნებელყოფა, რომელიც ყოფილი სადგურისაგან ასიოდე ნაბიჯზე მდინარის ფლატეს იყო შეფარებული და შეხამებული, მაგრამ დიდ საშიშროებას ქმნიდა რკინიგზის ხაზისათვის.

ჭურვებს ვაფეთქებდით შვიდ ჯგუფად (ამდენი ვიყავით ჩემიანად), ექვს-ექვს ცალს თითოეულში. სანგარს ამოფარებულები ვაბოლებდით წეკოს და ვითვლიდით აფეთქებათა რიცხვს. მესამე დღის ბოლოს ერთ-ერთი აფეთქება საკმაოდ უჩვეულო სიძლიერის გვეჩვენა. ნამსხვრევების ზუზუნმაც კარგა ხანს გასტანა. გავსწიეთ ხრამისაკენ და... თვალებს ველარ ვუჭერებთ: ნამდვილად მხარი გვეცვალა, ან ცხადი სიზმარია: მდინარე ქვემო წელში დაწრეთილია და ეს ნაწრეთი... ზევით მიედინება! აღარც სამი ვერხვის ხე მარჯვენა ნაპირზე და აღარც... ყუმბარების შტაბელი — მარცხენაზე! სასწაული, რომლის მსგავსს არც ერთი ჩვენთაგანი არ შესწრებია და ვერც წარმოგვედგინა! ხმას ვერ ვიღებთ, მხოლოდ გაკვირვებით ვუყურებთ მეორე ნაპირზე საგულდაგულოდ დარგულ ვერხვებს — მანამდე იქ არამცთუ ხე, ბუჩქიც არსად დაგვილანდავს!

ბოლოს უზარმაზარ ორმოში ჩამდინარე მდინარის ხმაურმა მოგვიყვანა გონს.

რა უნდა მომხდარიყო?

#### 141. ბენზინი, მუსიკა და ... ძინი

1941 წლის ოქტომბრის უკანასკნელ ღამეს იძულებული გავხდით აეროდრომი დაგვეტოვებინა. პირქუშად ვიყავით, ცრემლი გვადგა უძილო თვალბზე. თითქმის ყველაფრის ევაკუაცია მოვასწარი, მაგრამ გვრჩებოდა ბენზინის ცისტერნა. მისი წალბა არაფრით არ ხერხდებოდა! მერე და რა ძვირად ფასობდა მაშინ საწვავის ყოველი ლიტრი სხვა გამოსავალი არ იყო — ცისტერნა უნდა აგვეფეთქებინა, რათა მტერს არ ჩავარდნოდა ხელში. ეს საქმე უკანასკნელ მომენტში ლეიტენანტ სტეპანჩუკის მცირე რაზმს დაევალა. მათ მხოლოდ შაშხანები ჰქონდათ, მაგრამ „რამე უნდა გაეხერხებინათ“. ბრძანება — ბრძანება!

ისინი მესამე დღეს დაგვეწიენ ქ. ვინიოვთან. ბიჭები იმდენად ილაჯაწყვეტილი იყვნენ, რომ ლაპარაკის თავი არ ჰქონდათ. მხოლოდ სტეპანჩუკმა გამოსცრა გამშრალი ტუჩებიდან — „აკორდონიო“. უფრო სწორედ — მიეუხვდით სათქმელს — ვიცოდით, ძალიან უყვარდა. მოუტანეს. როგორღაც მოიცა ძალა, მოირგო ინსტრუმენტი და... მოხდა სასწაული: ეს ძალაგამოცლილი ადამიანი ჩვენს თვალწინ გაცოცხლდა! დაიჩნა ნაღვლიანი ჰანგი: უნდა გამოვტყდე — არც მანამდე და არც შემდეგ ასე ძლიერად არასოდეს შემეგრძვნია მუსიკის ძალა!

ასამდე კაცი სულგანაბული ვუსმენდით.

ბოლო აკორდთან ერთად ლეიტენანტი ინსტრუმენტს დაეყრდნო, თვალბი ნახევრად მილულა და ნაწყვეტ-ნაწყვეტად მოყვა ამბავს:

— ყველაფერი შევასრულეთ, ცისტერნის აფეთქება გაგვიქირდა მხოლოდ — თითქმის სულ დაცხრილეთ ტრასირებული ტყვიებით, არაფერი ეშველა...

მე თითქმის უნებურად წამომცდა იმ სიჩუმეში:

— ზედა ნაწილში უნდა გეცადათ!

ლეიტენანტმა ამოიოხრა და ნაღვლიანად შემომხედა:

— მოგვიანებით მიეხვდით...

რას მიხვდა მოგვიანებით ლეიტენანტი?

#### 142. „გულუხვი დიასახლისი“

ეს ამბავი 1943 წლის ზამთარში მოხდა. მენაღმეები ომის ქარცეხლს გადარჩენილ ქოხს შეევიხიზნეთ. დიასახლისმა შეგვატყო, რომ ძლიერ ვიყავით გათოშილები და დაგვიამედა:

— შეშა შემომელია, მაგრამ ვეცდები გაგათბოთ!

მან საიდანღაც ორი კვერი სარეცხის საპონი გამოიღო და... ცეცხლში დაუპირა შეგდება. ჭერ გამოიკვირდა, შემდეგ კი ავმა აზრმა გამიელვა და დიასახლისს გადაველობე:

— გაგედი? ეგ ხომ ტოლია?

ტოლის ხსენებამ ჯარისკაცებზე ისევე იმოქმედა, როგორც სიგნალმა — „ფაშისტები!“ და მყის ზეზე წამოიქრნენ:

— გინდა აგვაფეთქო! გამყიდველო!

მაგრამ როდესაც ქალს შევხედეთ, ცოტათი დავმშვიდდით — ისე იყო გაოგნებული, არ შეიძლებოდა ავი ჰქონოდა გულში.

რა გამოირკვა?

თურმე გერმანელების განდევნის შემდეგ ქალებს „საპნით“ საესე ყუთისათვის მიუღწიათ. გახარებიათ. გაუსინჯიათ — არ ისაპნება! ან რა გასაპნავა — ეს ხომ ძლიერ ამფეთქი ტროტილის ნაჭრები იყო (მაინც როგორ ჰგავს ეს საშიში ნივთიერება კარგი ხარისხის სარეცხ საპონს!) და აი, ერთ-ერთ გულჯავრიანს ცრუ „საპონი“ ლუმელში უსვრია. იგი გამლღვალა და ნელი წვა დაუწყია. მართალია, ჰვარტლიანი ალი ჰქონია, მაგრამ ჰვარტლს ვინ დაეძებდა იმ სიდუხჭირეში! ნაჯახით კრიდნენ თურმე ამ საშიშ ნივთიერებას და წვავდნენ პატარ-პატარა ნაჭრებად. „გულუხვმა“ დიასახლისმა ჩვენთვის ორი დიდი ნაჭერიც არ დაიშურა, ჩვენ კი ლამის ღალატი დავწამეთ.

— აქამდე როგორ არ აფეთქდნენ? — უკვირდათ ჯარისკაცებს, — ტოლი და ცეცხლი?!



„საკვირველ მოვლენებში ყველაზე საკვირველი ის არის, რომ ისინი ნამდვილად ხდებიან ხოლმე!“ — გამახსენდა ვიღაცის ნათქვამი. როგორ გგონიათ, რას გულისხმობს ეს პასუხი?

#### 143. ბატონსამტკრევი ბომბის ძიება

როდესაც პირველად ბეტონსამტკრევი ბომბი მიჩვენეს, სწორედ გითხრათ, გამიკვირდა — იმდენად არ ჰგავდა ეს მოგროძო და წვერწამახული ფოლადის რაკეტა ჩვეულებრივ მუცელგაბერილ საავიაციო ბომბს: არც სტაბილიზატორი, არც ამფეთქი!

— ამფეთქი და სტაბილიზატორი მეორე ნაწილს აქვს! — მოპირდაპირე მხარეს მანიშნა ლეიტენანტმა.

თურმე ეს ორმეტრიანი „რაკეტა“ ბომბის ქვედა ნახევარი ყოფილა. ბომბდამშენზე ჩამოკიდების წინ კი მას მიეხრახნება ზედა ნახევარი სტაბილიზატორით. ეს უკვე ნამდვილად ჰგავს ბეტონის სქელი გადახურვის მრისხანე სამტკრევეს; მაგრამ ასეთ ბომბს ამფეთქი არა „ცხვირზე“ (როგორც ჩვეულებრივ საავიაციო ბომბებს აქვთ ხოლმე), არამედ ბოლოში, სტაბილიზატორის ცენტრში აღმოაჩნდა ჩადგმული.

ცხადია, ასეც უნდა იყოს, მაგრამ რატომ?

#### 144. რატომ არ უშვარს თოფის წაგაღს ტყვიობა?

ცეცხლის გასაღვივებლად ფრონტზე უკიდურესი საჭიროების დროს ხანდახან თოფის წამალიც წაგვიშველიებია. მაგრამ თოფის წამალი ხომ ამფეთქი ნივთიერებაა და დიდ ძალასაც ანეითარებს შაშხანაში, ქვემეხსა თუ ნალმის სატყორცნში, როდესაც მას ნაპერწყალი მიეკარება.

თოფის წამლით სავსე კასრების აფეთქების შესახებ კი ალბათ ყველას წაგვიკითხავს ძველ რომანებსა და სათავგადასავლო მოთხრობებში. ივანე მრისხანემაც ხომ ყაზანის ციხის კედლები თოფის წამლით ააფეთქა! ჭარისკაცებს ხშირად უკითხავთ ამ დაპირისპირებულ თვისებათა შესახებ; როდესაც თოფის წამალი მცირე რაოდენობითა და თავისუფლად ყრია ჰაერზე, უშიშრად შეგვიძლია ცეცხლი წავუქილოთ — იგი ააღდება და იწყებს წვას, დახშულ ქურჭელში კი, სადაც ჰაერი არც არის, იგი გამძვინვარებულ ლომად გადაიქცევა ხოლმე.

რატომ იცვლის ზნეს ასე მკვეთრად თოფის წამალი?

#### 145. აფეთქებაც არის და აფეთქებაც!

— გორაკზე რომ აგურის შენობის ნარჩენებია, უნდა აფეთქდეს! — გვაუბლებს ათასეულის მეთაური და გასამხნეველად უმატებს — აბა, მენაღმებო, გვიჩვენეთ ტექნიკის ძალა!

— ტოლი რომ აღარ დაგვრჩა? — ვნანობ მე.

მაიორი აღმაცერად მიყურებს:

— სოფლის ბოლოს გერმანულ საავიაციო ბომბებს დავლანდე თვალი!

— ვიცი, მაგრამ... არ გამოდგება! — ვბედავ შეპასუხებას.

— მე ის ვიცი, რომ ბრძანებას შესრულება უნდა! — და ათასეულის მეთაურის „ვილისი“ გაგვცილდა.

რა გაეწყობა, შევეუდექით კედლის ფუნდამენტში ღრუს კეთებას; ძნელად გვნებდება — დულაბია! შემდეგ გორაკზე აგვაქვს ორი 50 კგ-იანი გერმანული ფუგასის ბომბი და ვდებთ ფუნდამენტში. როდესაც აფეთქების მტვერი და მომწვანო-მოყვითალო ბოლი გაიფანტა, დავინახეთ — კედლები ისევ ურყევად დგას. მხოლოდ სოფლის მხრიდან ქარმა მოიტანა ჩამტვრეული ფანჯრის მინის წკრიალის ხმა. მფრინავები დაგვცინიან (ეს მათთვის შენდება აეროდრომი):

— ესეც შენი „ტექნიკა“ — სოფელში ძლივს ერთი ფანჯარა გადაურჩა მტერს და თქვენ იმის ჩამტვრევაც მოახერხეთ.

— დაცინვას ისა ჯობია, გვითხრათ, ჩვენებური ბომბი ან ნაღმები ხომ არსად გეგულებათ, ზევით უკეთ ჩანს! — სიტყვას ბანზე ვუგდებ მე — თორემ ხომ ნახეთ, „ფრიცისა“ რაც არის, ხმა დიღია, საქმე კი...

გამოირკვა — სცოდნიათ. სულ რაღაც ათიორდე კილოგრამი ტოლი აღმოჩნდა საკმარისი კედლების დასაშლელად.

— როგორ, ამდენად უფრო ძლიერია ტოლი, ფუგასის ბომბის მასალაზე? — იკითხავთ თქვენ.

— არა, ძალა თითქმის ერთნაირი აქვთ, მაგრამ...

როგორ ავხსნათ ეს „მაგრამ“?

#### 146. ნესტიანი სათბობი ... უკეთ იწვის!

ოცეულში ერთი ჯარისკაცი „ქიმიკოსის“ სახელით იყო მონათლული, თუმცა არაფერი საერთო მას ქიმიასთან არ ჰქონია — ომამდე იგი ყინულმტეხად მუშაობდა — ყინულს ამზადებდა სანოვავის შესანახი დიდი მიწისქვეშა მაცივრებისთვის.

რატომ შეარქვეს მას ეს სახელი — არ ვიცი. ისე კი უცნაური ხასიათი ჰქონდა — რაიმეს დაიყინებდა და ველარც გადაათქმევინებდით. ერთხელ, მაგალითად, სერიოზულად დაიწყო მტკიცება, რომ... ნესტიანი სათბობი უკეთ იწვისო! ჭერ, მეც არ იყოს, შევფიქრებინდი, ვინაიდან გამოცდილებით ვიცოდი, რომ ანთრაციტს ლუმელში შეყრის წინ მართლაც ანესტიანებდნენ; მაგრამ ეს იმიტომ, რომ მაღალმა ტემპერა-

ტურამ ცეცხრიკები არ გააღლოს. ჩვენი „კოლეგა“ კი საწინააღმდეგოს ამტკიცებდა. ბოლოს, ერთ-ერთმა სველი წეკო მიაწოდა — აბა, მოუკიდეთ. „ქიმიკოსი“ ნაწყენი დარჩა — „რა უნდა გელაპარაკოთ!“

ეს ეპიზოდი არც გამახსენდებოდა, ომის შემდეგ ჩემი ყურადღება პატარა ცნობას რომ არ მიეპყრო: რომელიღაც თბოტექნიკოსი საფუძვლიან მონაცემებზე დაყრდნობით ამტკიცებდა, რომ მახუთის დანესტიანება წვის პროცესს აუმჯობესებსო! კვალიფიციურ მეცნიერთა დასკვნაც ექვს არ ტოვებდა — სხვანაირად არც შეიძლება იყოსო!

გამოდის, რომ პრიორიტეტი ამ საკითხში იმ ჯარისკაცს ეკუთვნის (საუბედუროდ, გვარი აღარ შემორჩა მესხიერებას), მაგრამ რატომ უნდა უწყობდეს ხელს წვის პროცესს სათბობის დანესტიანება?

#### 147. მოსაზრებულობა აბურსაც უკიდებს ცაცხლს

გენერალი ს. შტემენკო თავის წიგნში — „გენერალური შტაბი ომის წლებში“, ერთ ასეთ ეპიზოდს იხსენებს:

1943 წლის ცივ ზამთარში იგი ქერჩის ყურესთან განლაგებულ საბჭოთა არმიის ნაწილებს ათვალეირებდა. ოფიცრები ერთ-ერთ მიწურში შევიდნენ და გაუკვირდათ, რომ იქ შეშის ნაკლებობის პირობებში რკინის პატარა ლუმელი არაჩვეულებრივად გიზგიზებდა.

ძველი, გამოცდილი სერჟანტი ირწმუნებოდა, რომ თბებოდნენ... აგურებით („აქვე ახლოს აგურის შენობა იდგა! და, აი, იმით ვათბობთ“). თავისი სიტყვების დასამტკიცებლად მან „ნელა გამოაღო ლუმელის კარი და ჩვენ დავინახეთ, რომ მასში მართლაც იწვოდა აგურები. ნამდვილი ნატურალური აგურები.

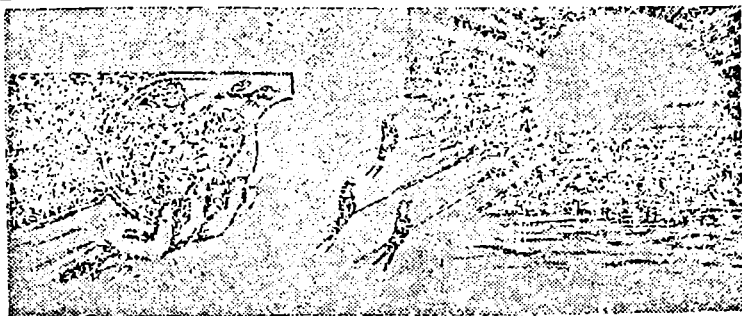
ვიღაცამ მოულოდნელობისაგან ხმამაღლა გაიკვირვა. დაიწყო გამოკითხვა.

— „როგორ და რატომ“?

ჩვენის მხრივ შეგვიძლია დავსძინოთ, რომ ასეთი მოსაზრებული სერჟანტები იყვნენ არა მარტო ყირიმის ფრონტზე. მაგრამ მათი მოსაზრებულობის ეფექტურობისათვის, აგურებს გარდა, კიდევ ერთი პირობა იყო საჭირო.

იქნებ გვიკარნახოთ — სახელდობრ რა?

# მსჯელობა და პესუნები



## 1. სიმოსხლის ქიშია

1. თეთრი კვიცი

ხელოვნების ნაწარმის შეფასებაზე კამათი შორს წაგვიყვანდა, მაგრამ ჩემი მეგობარი რომ ერთ რამეში მართალია, ამას განსჯა არ უნდა: ნურავინ დაიკეხნის, რომ თეთრი კვიცი ენახოს — ასეთი ბუნებაში



„არა უშავს — გაიზრდები და შენც ლამაზი თეთრი ცხენი იქნები!“

არ არსებობს! უბრალოდ ზოგიერთი ცხენის პიგმენტაცია ადრე ხდება — მისი ბალანი, ასე ვთქვათ, მოწიფულობაში თეთრდება (ცხადია,

ქიმიურ გარდაქმნათა შედეგად); იშვიათად, მაგრამ ასეთი რამ აღამიანებშიც შეიმჩნევა. ახალგაზრდული იერი და თეთრი თმა კი ძალიან ეწყობა და უხდება ერთმანეთს. ამიტომ არის ლამაზი თეთრი ცხენიც.

ასე რომ, ჩვენი ახირებული მეგობრის გულისწყრომა ერთგვარად გასაგებია, თუმცა კრიტიკა ცალმხრივად გვეჩვენება — ფერწერული ტილოს მხატვრულ ღირსებას არა მარტო მისი რეალობა განსაზღვრავს: როგორც დიდი ლეონარდო იტყოდა — „ფერმწერი პაექრობს და მეტოქეობს ბუნებასთან“.

## 2. ლეონარდოს გული

გამოირკვა, რომ ისეთ ძლიერსა და ლალ მხეცს, როგორიც ლეონარდოა, გულმა უღალატა... ეს დაუჭერებელი იქნებოდა, ერთი გარემოება რომ არა: იგი, როგორც ვთქვით, დაიბადა და გაიზარდა გალიაში, სადაც მოკლებული იყო მისთვის ჩვეულ და, მაშასადამე — აუცილებელზე აუცილებელ ნაევარდა და ვარჯიშს; ცხადია, რომ მას იმდენად მოდუნებული აღმოაჩნდა გულის კუნთები, რომ პირველივე დაძაბულობა მისთვის საბედისწერო გახდა!

ეს არის კიდევ ერთი ნათელი მაგალითი და დადასტურება იმ საყოველთაოდ აღიარებული მოსაზრებისა, თუ რაოდენ მავნეა XX საუკუნის ავადმყოფობად წოდებული ჰიპოკინეზია — მოძრაობის შეზღუდვა.

— „მოძრაობა და მარტო მოძრაობა არის... ქვეყნის ღონისა და სიცოცხლის მომცემი“ (ილია).

უკეთესად ვერ იტყვი!

## 3. რატომ არ ინელებს კუჭი თავის თავს?

აღამიანის ორგანიზმში მიმდინარე უთვალავ სასიცოცხლო პროცესებს ისევ და ისევ ქიმიური მექანიზმი უღევს საფუძვლად; იგივე ითქმის იმ საინტერესო პარადოქსის შესახებაც, რომ კუჭი ან კუჭქვეშა ჭირკვალი არ ინელებს თავის თავს.

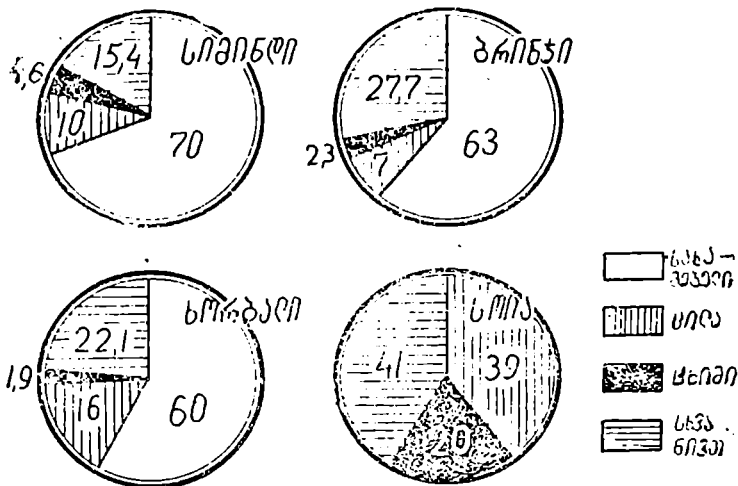
საქმე ის გახლავთ, რომ კუჭის წვენის ფერმენტი პეპსინი მხოლოდ მარილმკვავს გარემოშია აქტიური, კუჭის კედლის უჭრედებს კი თურმე სუსტი ტუტე გარემო აქვთ შექმნილი, სადაც პეპსინი უძლურია გადაამუშაოს ცილები (ამიტომ ითვლება კუჭის წვენის მკვავიანობის დაქვეითება უსიამოვნო ავადმყოფობად — ძნელდება საჭმლის მონელება).

რაც შეეხება კუჭქვეშა ჭირკვალს, დადგინდა, რომ იგი არა მარტო ცილის მომწელებელ ტრიპსინს, არამედ მის საწინააღმდეგო ჰორ-

მონს — ანტიტროპისინსაც გამოიმუშავებს, რაც უზრუნველყოფს კუქვეშა ჭირკვლის უსაფრთხოებას.

#### 4. ადამიანის გონების ყველაზე მნიშვნელოვანი აღმოჩენა

დიდი რუსი ბუნებისმეტყველის, მეცნიერისა და მოქალაქის კლ. ტიმირაზევის მოხდენილი გამოთქმით, „კარგად გამოცხვარი პურის ნატეხი წარმოადგენს ადამიანის გონების ერთ-ერთ უდიდეს აღმოჩენას!“ და, მართლაც, ძნელი სათქმელია — როგორ დატრიალდებოდა კაცობრიობის ბედი, ადამიანს რომ მარცვლეულის გამოყენების ხერხისათვის არ მიეკვლია! თავდაპირველად, ცხადია, ხორბლის ან სიმინდის\* მთლიან მარცვლებს აცხოვდნენ; შემდგომში მათ დაქუცმაცებას,



სიმინდის, ბრინჯის, ხორბლისა და სოიას მარცვლების ქიმიური შედგენილობა მარცვლი — ბუნების საოცარი ქმნილებაა: ძვირფას საკვებ (ცილები) და სამარაგო (სახამებელი) ნივთიერებებთან ერთად, იგი შეიცავს აგრეთვე ცხიმებს, სხვადასხვა მინერალურ ნაერთებსა და ვიტამინებს ისეთი სახით, რომ ამ „ბუნებრივი კონსერვის“ შენახვა ათეული წლობით არის შესაძლებელი

\* საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ხორბლის ბევრი ველური წინაპარია ცნობილი, ხოლო საიდან განვითარდა სიმინდი, ეს ღღემღე გამოცანას შეადგენს.

დანაყვას და დაფქვას შეეჩვივნენ, ხოლო, რაც შეეხება პურის ცხობის თანამედროვე ტექნოლოგიას, მის საბოლოო დაუფლებამდე აღბათ არა ერთმა ისტორიულმა პერიოდმა განვლო.

პურს სამართლიანად უწოდებენ ჩვენი არსებობის საფუძველს. იგი ზომ ადამიანის სიცოცხლისათვის აუცილებელ ყველა ძირითად ნივთიერებებს — ცილებს, ცხიმებს, სხვადასხვა ვიტამინებს შეიცავს; მაგრამ იმისათვის, რომ ეს სასარგებლო ნივთიერებები ორგანიზმისათვის ადვილად შესათვისებელ ფორმაში გადავიდეს, საჭიროა პურის კარგად გამოცხობა. იგი უნდა იყოს გაფუებული, სვრეტოვანი. გემრიელი და სურნელოვანი. პურის ცხობა მთელი მეცნიერებაა, რომელსაც საფუძველი აკად. ნ. ბასმა ჩაუყარა. ამ რთული პროცესების დროს უაღრესად სათუთი ფიზიკურ-ქიმიური და ქიმიური გარდაქმნები მიმდინარეობს ურთულესი ფერმენტაციული რეაქციებითურთ. ამიტომ სავსებით გამართლებულია ის მოწინააღმდეგეობა, რაც ჩვენს წინაპრებს პურის ნატეხის მიმართ ჰქონდათ ძველთაგანვე.

##### 5. მთავარი და შეუცვლელი კვინტესენცია

სრულყოფილი საკვებისა და წყლის გარდა, ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმისათვის მესამე აუცილებელი ნივთიერება აღმოჩნდა სუფრის მარილი —  $\text{NaCl}$ . მისი სისტემატურად მიღების აუცილებლობა 10—12 გრამის რაოდენობით დღეში გაპირობებულია იმ გარემოებით, რომ ორგანიზმი მას საგრძნობი რაოდენობით კარგავს ოფლთან ერთად. მარილის ნაკლებობა იწვევს ბევრი ფიზიოლოგიური პროცესის დარღვევას. იცვლება, მაგალითად, თირკმელზედა ჯირკვლის ფუნქცია, ირღვევა გულსისხლძარღვთა სისტემის ნორმალური მოქმედება და სხვ. ამიტომ არის, რომ მომეტებული ოფლიანობის შემთხვევაში (უღაბნოში მოგზაურობის ან მაღალტემპერატურაზე გარემოში მუშაობის დროს, ცხელ ამინდში და სხვ.) რეკომენდებულია მარილიანი წყლის სმა — 1 ჩაის კოვზი მარილი 1 ლ წყალზე. ბოლო წლებში ეს საკითხი კიდევ უფრო დაზუსტდა: სიცხეში მიზანშეწონილი აღმოჩნდა ისეთი წყლის სმა, რომლის ერთ ლიტრში გახსნილია 1—2 გ ლიმონის, ასკორბინისა და რძის მჟავების ნარევი, 2,5—5 გ შაქარი და 0,25 გ კალიუმისა და კალციუმის მარილები.

ყოველ საკვებ პროდუქტს შეიძლება მოენახოს შემცველი, მარილი კი არა!

არ გეგონოთ, რომ აღწერილი დაავადება მხოლოდ გენიოსთა ხედარი იყოს. მათი ბიოგრაფიის უფრო დაწვრილებით შესწავლამ აჩვენა, რომ როგორც ი. ნიუტონის, ასევე მ. ფარადეისა და მ. ლომონოსოვის ჯანმრთელობა მას შემდეგ შეირყა, რაც მათ ვერცხლისწყალთან დაიწყეს ინტენსიური მუშაობა. პირველი მათგანის თმის სპექტროსკოპიულმა ანალიზმა, მაგალითად, დაბეჭითებით აჩვენა მის ორგანიზმში მძიმე ლითონების, კერძოდ, ვერცხლისწყლის ზომაზე ბევრად მეტი შემცველობა. ეს არც არის გასაკვირი: იგი ხომ მთელი კვირაობით არ გამოდიოდა ლაბორატორიიდან!

ასე გადაუხადეს უნებური და მეტად ძვირად ღირებული ხარკი გენიოსებმა ვერცხლისწყლის ვერაგობას, მაგრამ მათ ეპატიებათ, ვინაიდან ამ ვერაგობის შესახებ იმ დროს ჯერ კიდევ არაფერი იცოდნენ; ხოლო ამჟამად, როდესაც ვერცხლისწყლისა და ბევრი მძიმე ლითონის — ტყვიისა და სხვ. მავნეობა უკვე საკმაოზე მეტად არის ცნობილი თვითმული ჩვენათგანისათვის და მაინც დაუდევრად ვეჭვებით ჯანმრთელობას, ნამდვილად დანაშაულს ჩავდივართ.

## 7. დინამიტით ინფარკტის წინააღმდეგი

წარსული საუკუნის 60-იანი წლების მიწურულში შვედმა მრეწველმა ალფრედ ნობელმა შექმნა ახალი ამფეთქი მასალა — დინამიტი, რომლის ძირითადი შემადგენელი ნაწილი არის ნიტროგლიცერინი (გლიცერინტრინიტრატი,  $\text{CH}_2\text{ONO}_2 \cdot \text{CHONO}_2 \cdot \text{CH}_2\text{ONO}_2$ ), — ძლიერ ფეთქებადი (და მომწამვლელი) ნივთიერება, რომელიც ოციოდე წლით ადრე პირველად იყო მიღებული იტალიელი ასკანიო სობრეროს მიერ გლიცერინზე აზოტისა და გოგირდშეყვას ნარევის ქმედებით.

დინამიტმა და მისმა ნაირგვარმა სახეცვლილებებმა\* ფართო გამოყენება პპოვა არა მარტო სამხედრო საქმეში, არამედ მშვიდობიანი მიზნებითაც — მთის ქანების მოსანგრევად და სხვ.

მოგვიანებით ექიმებმა და ფარმაცოლოგებმა ყურადღება მიაქციეს იმ საოცარ მოვლენას, რომ დინამიტის მტვერის ჩასუნთქვა ამფეთქებელთა შორის იწვევდა სისხლძარღვთა გაფართოების სიმპტომებს — სახის კანის მოფერიანებას, სითბოს გრძნობას, სტენოკარდიის მოვლენების გაქარწყლებას, კუნთების ერთგვარ მოღუნებას, დამშვიდებას.

\* ე. წ. შერეული დინამიტი წარმოადგენს ნიტროგლიცერინის (75 %) ნარევის ინერტულ შემავსებელთან — კიზელგურთან (25%).



სწორედ ამ მიგნების შედეგად შეიქმნა „სისხლძარღვთა გაფართოების საშუალებათა მეფედ“ აღიარებული (ე. ი. ინფარქტის საწინააღმდეგო) ესოდენ ფართოდ გავრცელებული ნიტროგლიცერინი.

ნიტროგლიცერინი და მის საფუძველზე დამზადებული პრეპარატები ეფექტური აღმოჩნდა არა მარტო გულის, არამედ ბევრ სხვა დაავადებათა სამკურნალოდაც (თვალის ფესოს სისხლძარღვთა შევიწროების, თავის ტვინის სკლეროზისა და სხვ. დროს).

ასე რომ, ჩვენი ამფეთქებელი დაკვირვებული კაცი ყოფილა და შახტის უფროსსაც (ბერგმაისტერს) ძალაუფლებურად სწორად უწინასწარმეტყველია.

## 8. ჰიანი ხილის მუშტარი

ქიმიას, ცხადია, ექიმი აგრე რიგად არ უნდა შეეშინებინა, მაგრამ იმ გარემოებასაც უნდა მიექცეს ყურადღება, რომ ახალ ქიმიურ, კერძოდ, მავნებლების წინააღმდეგ ბრძოლის, საშუალებათა (ინტექსიციდების) ზომასზე მეტი რაოდენობით გამოყენება ბევრჯერ უმეტრად ხდება. ამას კი ძნელად გამოსასწორებელი ზიანი მოაქვს ცხოველთა და მცენარეთა სამყაროსათვის — იწამლება არა მარტო მავნებელი, არამედ უდანაშაულონიც.

ჩვენი ექიმი ალბათ ასე მსჯელობს: თუ ვაშლი ჭიანია, მაშასადამე, მისთვის ქიმიური საშუალებები არ შეუსხურებიათ, თორემ პეპელა ვერ მიეკარებოდა და ჭიაც ფეხს ვერ მოიცილებდა. ხოლო ვიდრე ამ საშუალებათა კულტურულად, მხოლოდ და მხოლოდ საჭირო რაოდენობით გამოყენებას მიეჩვევიან მეურნეები, მანამდე ჯობია ისევ მცირედ დაჭიანებული ვაშლი ვარჩიოთ!

მართალია, ზოგჯერ ახალი ქიმიური საშუალებები ალერგიულ დაავადებათა მიზეზი შეიძლება იყოს, მაგრამ ამ მხრივ ადამიანის „ძველი ნაცნობებიც“ (ბალახის მტვერი, ცხოველის ბალანი და სხვა მრავალი — მათი რიცხვი 300.000 აჭარბებს!) სცოდავენ.

## 9. მოწინააღმდეგის მომწინააღმდეგე

დავსძენთ, რომ თვით სანთლის გადამუშავება-მონელება არც ამ პატარა ჩიტის კუჭ-ნაწლავს შეუძლია. მაგრამ ბუნებას მაინც გამოუნახავს გამოსავალი სხვადასხვა ორგანიზმის შეთანხმებული თანაარსებობის გზით.

გამოირკვა, რომ ჩიტის კუჭში „ჩასახლებულია“ ერთგვარი მიკროორგანიზმები. სწორედ მათი „სპეციალობაა“ სანთლის დაშლა ისეთ შემდგენელ ნივთიერებად, რომელთა მონელება შესაძლებელია.

ასეთია ამ ორი ორგანიზმის საინტერესო და ალბათ ყველაზე უნიკალური თანაარსებობის საიდუმლოება.

#### 10. როგორი ჰაერით ვისუნთხოთ?

ხანგრძლივ კვლევათა შედეგად დადგინდა, რომ ცხოველების დალუპვის მიზეზია არა თვით ბამბის მანევრობა, არამედ ის, რომ იგი ხარბად შთანთქავს ჰაერის მოლეკულების უარყოფით ელექტრულ მუხტებს. იონიზებულ არეს საჭიროებას ჩვენ ხომ ინსტინქტურადაც ვგრძნობთ: ქალაქის (განსაკუთრებით ოთახის) მტერიანი გარემოდან ტყისა და მთიანეთის მაცოცხლებელი ჰაერისაკენ მიგვიწევს გული. და ეს არა მარტო იმის გამო, რომ ქალაქის ატმოსფერო მრეწველობის მანვე ნარჩენებით არის დანაგვიანებული; მთავარი ისაა, რომ ქუჩასა და მით უმეტეს ოთახში იონების რაოდენობა ათჯერ და ასჯერაც ნაკლებია, ვიდრე მთაში და ზღვაზე\*. ამიტომ არის, რომ სუფთა ჰაერზე



მანქანები, მანქანები და ... გამონაბოლქები!

უფრო ლაღად ვსუნთქავთ, უმჯობესდება ორგანიზმის ცხოველმყოფელობის უნარი, მაღლა იწევს ნერვულ-ფსიქოლოგიური ტონუსი. გასა-

\* სუფთა ჰაერის 1 სმ<sup>3</sup>-ში საშუალოდ 1000-მდე აეროიონია; მთისა და ზღვის ჰაერის შესაყარ ადგილებში ეს რიცხვი 15000-მდე აღის, ოთახებში კი... 25-ს ძლივს აღწევს ხოლმე.

კვირველი არ არის, რომ სწორედ ასეთ მიდამოებში მაცხოვრებლები აღწევენ 100 და მეტ წელს.

სუფთა ჰაერი ორგანიზმის ყოველი უჯრედის ცხოველმყოფელობის წყაროა, ნერვული სისტემის სიმშვიდისა და, მაშასადამე, ჯანსაღი სიცოცხლის სათავე. მაგრამ მის ასეთ საჭიროებაზე ბოლო ათეულ წლებამდე ადამიანი არც დაფიქრებულა, მხოლოდ ზოგიერთი განსაკუთრებული შემთხვევა თუ მიგვანიშნებდა მის დიდ მნიშვნელობაზე, თუმცა არსი ბოლომდე შეუცნობელი რჩებოდა.

როდესაც ადამიანმა ბუნების წილი თანდათან დათმო და ქალაქების შენებას შეუდგა, უწინარესად რატომღაც იმაზე დაიწყო ზრუნვა — ქარმა არ შემაწუხოსო! ტექნიკისა და ავტომანქანების უკონტროლო მოძალეობამდე ეს შეცდომა იმდენად არ იგრძნობოდა, ამჟამად კი იგი შეიძლება საბედისწერო გახდეს.

ამ მხრივ ერთადერთი გზა ხსნისა ქიმიური კულტურის შეგნებულ პატივისცემაში ჩანს — ფართო, 70—100 მ სიგანის მაგისტრალებისა და ეზოების გათვალისწინება; ბუნებრივი განიავების ყოველი საშუალებით გამოყენება — ქუჩების ქარის მიმართულებით განლაგება; ავტომანქანების მიერ გამოტყორცნილი აირების განეიტრალება; ბუნებრივი გაზის გამოყენების შეზღუდვა (განსაკუთრებით თუ არქიტექტორმა სამზარეულო ქარის მხრიდან დააგვემარა, როგორც ეს, მაგალითად, საბურთალოზე მდებარე უმრავლეს სახლებშია); ფეხით სიარული და სხვა და სხვა.



უგუნური ქიმიისაგან გონივრულმა ქიმიამ უნდა გვიხსნას (ფ. მაზერელის სურათი ციკლიდან „ქალაქი“)

ზოგიერთი ალბათ შენიშნავს — ტექნიკის ახლანდელ დონეზე რატომ უნდა ქირღვს სუფთა კონდიციონერული ჰაერის მიწოდება ბინებში! მაგრამ, ალბათ, შეამჩნევდით, რომ ასეთ სუფთა ჰაერს მაინც „მოსარშულის“ გემო დაჰკრავს და სასუნთქ გზებს აღიზიანებს (ნაცუღად დამშვიდებისა!); ამის მიზეზი არის იმავე აერიონების ნაკლებობა — კონდიციონერის ლითონის ნაწილებთან შეხებისას ისინი მყისვე განიმუხტებიან!

ისევ და ისევ მოძრაობა სუფთა ჰაერზე, ზამთარ-ზაფხულ ღია ფანჯრები ოთახებსა და დაწესებულებებში, რათა უზრუნველყოთ ჩვენი ორგანიზმის ყოველი უჯრედი, განსაკუთრებით კი ტვინი მაცოცხლებელი იონიზებული ჟანგბადით, თუ გვინდა ხანგრძლივი და ხალისით სავსე სიცოცხლე გვქონდეს.

## 11. „ღიბა“ სახელმწიფო ღამნაშავეთათვის

„კაცობრიობის ორი თეთრი მტერი“ — ასეთი ეპითეტით იტყვიან ბენ შაქარსა და სუფრის მარილს, როდესაც მათი გადაჭარბებით გამოყენების საეალალო შედეგებზეა საუბარი. კერძოდ, მრავალგზის არის დადასტურებული, რომ დღის განმავლობაში მარილის 7—10 გ-ზე მეტი რაოდენობით მიღება ათეროსკლეროზის განვითარების საწინდარი! ამიტომ ჰიპერტონიით დაავადებულს ექიმი უწინარესად მარილის ულუფას უზღუდავს ხოლმე.

მაგრამ ეს იმას როდი ნიშნავს, რომ მარილი საერთოდ აიკრძალოს — მცირე დოზით იგი აუცილებელია ისეთი უმნიშვნელოვანესი სასიცოცხლო პროცესების წარმართვისათვის, როგორცაა კუჭის წვენის გამომუშავება, ფერმენტების აქტიურობის გაზრდა, ტუტე-მკაფა წონასწორობის გარკვეულ დონეზე შენარჩუნება და სხვ. მის გარეშე ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირება საფუძვლიანად ირღვევა — ვითარდება საერთო სისუსტე, ჩქარდება გულისცემა, ეცემა არტერიული წნევა, იწყება კუნთების კრუნჩხვა და სხვა არასასურველი მოვლენები.

ასე, რომ სახელმწიფო დამნაშავეთა ულუფიდან მარილის სრული გამორიცხვა არა მათ ჯანმრთელობაზე ზრუნვის, არამედ ხანგრძლივი ტანჯვით სიკვდილის მომასწავებელი იყო.

## 12. ვიცოცხლოთ ათას თვალი მატო!

ვეგეტარიანელთა მიერ ხორცეულზე უარის თქმა იმ მოსაზრებიდან მომდინარეობს, რომ ეს პროდუქტი ბევრ არასასარგებლო ნაერთს შეიცავს. ბიოგენური ამინები, მაგალითად, აძლიერებს სისხლძარღვთა ტო-

ნუსს, რაც ჰიპერტონიისაკენ გვიბიძგებს, ნუკლეინის მჟავები და პუ-  
რინული ფუძეები კი პოდაგრის უშუალო გამომწვევია.

რაც შეეხება ორგანიზმში მიმდინარე ურთიერთ გადაჯაჭვული  
უთვალავი ქიმიური პროცესების საფუძველთა საფუძველს — ცილებს,  
მათი შემცველობა ბევრ ბოსტნულში (მუხუდო, სოია, საფუარი)  
2—5-ჯერ მეტია, ვიდრე ხორცულში.

მაგრამ თუ საკითხს უფრო ღრმად ჩავსდევთ, ვნახავთ, რომ მცენა-  
რული და ცხოველური ცილები ძირეულად განსხვავდება ერთმანეთი-  
საგან. ხორცულის დიდი უპირატესობაა ის, რომ იგი შეიცავს ე. წ.  
შეუცვლელ ამინომჟავებს, რომელსაც — უადრესი საჭიროების მიუ-  
ხედავად, ჩვენი ორგანიზმი არ გამოიმუშავებს, ბოსტნულში კი ეს ნა-  
ერთები ძალიან ცოტაა ან სულ არ არის.

ბიოლოგიურად სრულყოფილი ცილებია აგრეთვე თევზულში,  
კერცხსა და რძის პროდუქტებში, მაგრამ ნაკლები რაოდენობით.

ამასთანავე მრავალგზის შემოწმებამ ცხადყო, რომ მარტო ბოსტ-  
ნულთ ხანგრძლივ კვებას თან სდევს ფერმენტული სისტემის იმ ფუნ-  
ქციის დაქვეითება, რაც საკვების შეთვისებას უნდა უწყობდეს ხელს.  
ეს კი ნივთიერებათა ცვლის დარღვევის მომასწავებელია.

ასევე ერთმნიშვნელოვნადაა დამტკიცებული, რომ ხორცულსა და  
რძის პროდუქტებზე უარის თქმა განსაკუთრებით საზიანოა ბავშვთა  
მოზარდი ორგანიზმისათვის, რომლის უჭრედებისა და ქსოვილების მშე-  
ნებლობისათვის — გულის, ტვინის, კუნთების, ძვლოვანის ზრდისა და  
სწორი ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია ნივთიერებათა ფართო  
ასორტიმენტი.

### 13. კიბია და კოსმეტიკა

თანამედროვე ტექნიკის ბევრი დარგის განვითარების საფუძველს  
ამჟამად უადრესი სისუფთავე წარმოადგენს. ამისათვის ზრუნვა ქიმი-  
ური ლაბორატორიიდან იწყება. ანალიზები იმდენად მაღალი სიზუს-  
ტის უნდა იყოს, რომ მხედველობაშია მისაღები გარემო ჰაერისა და  
ადამიანის ტანსაცმლის ზემოქმედება კვლევის ობიექტზე. საანალიზო  
რეაქტივებისა და ჰურკლის განსაკუთრებულ სისუფთავეზე ლაპარაკი  
ხომ ზედმეტია!

დისტილირებული წყალიც კი ბევრ შემთხვევაში გაქუქციანების  
წყაროდ არის მიჩნეული; ასევე ლაბორატორიულ პრაქტიკაში ჩვეუ-  
ლებრივად გამოყენებული გამრეცხი საშუალებები.

ხშირად მკვლევარის ლითონის კბილები, ბეჭდები, სათვალეც კი  
უარყოფითად მოქმედებს ცდის შედეგებზე.

პრაქტიკულად დამტკიცებულია, რომ ქალის პომადას, ლაქს, სუნამოს, პარფიუმერულ მალამოს (რომელშიც სხვათა შორის თუთიაც შედის) არსებითი გავლენა შეუძლია მოახდინოს ანალიზის სიზუსტეზე.

ამიტომ კვლევითი ინსტიტუტის ხელმძღვანელის უნდობლობა პარფიუმერიის მოყვარული ანალიტიკოსის მიმართ საცესებით მართებულია.

#### 14. რაფინირებული შურო მავნაჲ

ლექტორის სერიოზული შეშფოთება საფუძველს მოკლებული არ არის, ვინაიდან ითვლება, რომ არც ერთ აღმოჩენას იმდენი ავადმყოფობა არ გამოუწვევია, რაც სუფთა შაქრის მიღების ტექნოლოგიის დაუფლებას მოჰყვა\*. შაქარი ხომ 99%-ით სუფთა საქაროზასაგან შედგება — მასში სრულებით არ არის არც ვიტამინები და არც ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, რასაც ადამიანის ორგანიზმი ასეული ათასი წლების მანძილზე ეგუებოდა.

საერთოდ ჩვენ არ ვართ შეჩვეული (და ალბათ ვერც შევეჩვევით!) სუფთა ინდივიდუალური ქიმიური ნივთიერებების მიღებას (შაქარი, ალკოჰოლი, ოპიუმი, ალკალოიდები).

მართალია, შაქარი არის ორგანიზმის ენერგოდანახარჯების ანაზღაურების ეფექტური საშუალება, მაგრამ მისი მომეტებული რაოდენობით მიღება იწვევს ჭერ ჰიპოგლიკემიას — ორგანიზმის ფერმენტული სისტემის მუშაობის გაძლიერებას (დაღლილობის გრძნობა, ვეგეტაციური დარღვევები და სხვ.), რაც მოგვიანებით ჰიპერგლიკემიაში გადაიზრდება ხოლმე (დიაბეტი, სიმსუქნე, ათეროსკლეროზი, გულ-სისხლძარღვთა დაავადება).

საუბედუროდ, მრავალი ცდის მიუხედავად, ჭერ კიდევ ვერ გამოინახა შაქრის ფიზიოლოგიურად უვნებელი და ეკონომიურად ხელმისაწვდომი შემცვლელი (საქარინი, სორბიტი — საეჭვოა სარგებლობის მხრივ: ქსილიტი, ფრუქტოზა, ინვენსიური შაქარი, გლუკოზისა და ფრუქტოზის სირთფი — შედარებით ძვირია!).

ამ მიმართულებით ფართო კვლევები ტარდება ჩვენთანაც. ვარაუდობენ, რომ XII ხუთწლედში მოხერხდება შაქრის შემცვლელი კონცენტრატების, კერძოდ, ვაშლის გამონაწველისა და შაქრის ჭარხლის ფხვნილის გამოშვება სამრეწველო მასშტაბით.

\* ბოლო საუკუნეში შაქრის მოხმარება თხუთმეტჯერ გაიზარდა (ზოგ ქვეყანაში ორმოცჯერაც!). 50 გრამის ნაცელად ყოველი ჩვენთაგანი დღელამეში საშუალოდ 70—100 გრამ შაქარს ხარჯავს. ინგლისში ეს რაოდენობა 130 გრამს აღწევს, მთ შორის ბავშვებისათვის — 156 გრამს!

გამოცდას გადის აგრეთვე ყვითელი შაქარი (ინდური გური), რომელიც ნედლ (გადაუმუშაებელ) შაქარს წარმოადგენს — იგი გემრიელიც არის და მარგებელიც.

#### 15. სასჯელი ინიციატივისათვის

ახალი ტექნიკის პროგრესული დარგების მოთხოვნათა შესაბამისად, ზოგჯერ აუცილებელი ხდება ლითონის დამუშავება ინერტული აირის ატმოსფეროში, რისთვისაც სპეციალური სათავსოა განკუთვნილი. ცხადია, რომ ასეთ სათავსოში ჰაერი არ არის და, მაშასადამე, არც სუნთქვისათვის საჭირო ჟანგბადი შეიძლება იყოს. ჩვეულებრივი აირწინაღი კი ჰაერის გარემოს მქონე სათავსოსათვის არის გამოსადეგი — იგი მხოლოდ მომწამლავი აირის მცირე მინარევს აკავებს.

უჰაერო (უჟანგბადო) გარემოში სამუშაოდ კი ჟანგბადის სპეციალური (ან შლანგიანი) აირწინაღით შეიძლება მუშაობა.

— . —



## II. ბუნება — დიდოსჯადი

### 16. ბუნება — ბრძენი და მწყალობელი

მალანაყოფიერმა შრომისუნარიანობამ და ამტანიანობამ ქართულ ფუტკარს მსოფლიო აღიარება მოუპოვა. გამორჩეულია მისი თვინიერებაც, თუმცა ეს მხოლოდ კეთილისმსურველთა მიმართ ითქმის, მტრად მოსულებს კი იგი მძვინვარედ ხვდება — არამც თუ თავეს, დათვისაც არ ეპუება. მაგრამ ვინაიდან „თავს ზევით ძალა არ არის“, ამიტომ მათ შესაძლებლობასაც აქვს ზღვარი — მკვდარ თავეს სკიდან ვერ გამოათრევენ! სწორედ აქ ხდება საკვირველება — ფუტკრები იწყებენ... თავვის ბალზამირებას — საგულდაგულოდ ფარავენ მას ცვილით რა ხანიც არ უნდა გავიდეს, ლეში არ გაიხრწნება, ვინაიდან ცვილი (და თაფლი) შეიცავს ინჰიბიტორული თვისების მქონე ძლიერ ანტისეპტიკურ ნივთიერებას, რომლის აქტივობა დროის მიხედვით არ ნელდება. ყოველივე ეს კარგად იცოდნენ ჩვენმა წინამორბედებმა: ალექსანდრე მაკედონელიც ხომ თაფლით იქნა ბალზამირებული (323 წ. ძვ. წ.), ასევე იტალიელი არქეოლოგების მიერ მიკვლეული რომაელი დიდგვაროვანი ქალიშვილი („ფუნჩულა“).

ნამდვილად ბრძენი და მწყალობელია ბუნება!



ჟანგბადის გარეშე სიცოცხლე რამდენიმე წამში ქრება. მიუხედავად ასეთი უპარტისი აუცილებლობისა, ჟანგბადის მარაგის შექმნა არც ერთი მაღალორგანიზებული ცოცხალი არსებისათვის არ არის დამახასიათებელი. რა უნდა ვიფიქროთ — რატომ? მიზეზი ამისა არის ის, რომ ჟანგბადის მოლეკულები მცირე ხნით რაიმე მოცულობაში დაყოვნებისას ალბათ კარგავენ ზოგიერთ მნიშვნელოვან თვისებას და არასრულფასოვანი ხდებიან სუნთქვის პროცესისათვის. მაგრამ სახელდობრ რომელ თვისებას?

ადამიანის გარემომცველი ატმოსფერო, მასში განუწყვეტლივ მიმდინარე ელექტრული განმუხტვებისა და სხვადასხვა ქიმიური რეაქციების წყალობით, ყოველთვის იყო მცირედ იონიზებულ მდგომარეობაში. ევოლუციის ხანგრძლივ პერიოდში, რამდენიმე ასეული მილიონი და შეიძლება მილიარდი წლების მანძილზე ცოცხალი ორგანიზმი საბოლოოდ შეეჩვია ისეთი ჰაერით სუნთქვას, რომელშიც გარკვეული რაოდენობით გვაქვს უარყოფითი ელექტრული მუხტის მქონე აეროიონები. ცდებით დასტურდება (იხ. თავი „როგორი ჰაერით ვისუნთქოთ?“), რომ ამ მუხტებს ჩვენთვის ვიტამინებზე არანაკლები მნიშვნელობა აქვთ.

მაგრამ იმ გადამწყვეტი მოვალეობის შესასრულებლად, რაც მათ სუნთქვის პროცესისათვის აკისრიათ, საჭიროა, რომ ჟანგბადის დამუხტული ნაწილაკები ამასთანავე არამდგრადებიც იყვნენ. ეს განაპირობებს მათი იოლად განმუხტვისა და, მაშასადამე, იონიზებულ მდგომარეობაში ძნელად „შენახვის“ შესაძლებლობას. დამუხტულ ნაწილაკებს ბევრი „მტერ-მოყვარე“ ჰყავთ; ისინი ადვილად მიიზიდებიან ოთახის ჰაერში მრავლად მყოფი მტვერისა და წყლის ნაწილაკების, მიკროორგანიზმების, ელექტროგაბობობის ხელსაწყოების, სინთეზური ქსოვილის ფარდებისა და განსაკუთრებით კი თამბაქოს ბოლის ნაწილაკების მიერ. ამიტომ არის, რომ იონების სიცოცხლის ხანგრძლივობა რამდენიმე წუთს არ აღემატება, მაშასადამე, რაიმე პარკულში მათ მოკავებას აზრი არა აქვს — უცებ განიმუხტებიან და ამიტომ სუნთქვის პროცესისათვის უსარგებლონი ხდებიან.

ჭერჭერობით ასეთი ახსნა აქვს ამ მოვლენას.

## 18. ოსმოსის სიძვეთა

დამარილებული ხორცის შენახვაც ოსმოსის მოვლენაზეა დამყარებული. ლპობისა და ზოგიერთი სხვა ბაქტერიის კანს ნახევრად შეღწევადი აპკის თვისება აქვს — იგი წყალს კარგად ატარებს, მარილს კი

არა. ასე რომ, სუფრის მარილის (ან სხვა ნივთიერების, მაგალითად, შაქრის) ძლიერ კონცენტრირებულ ხსნარში მოხვედრისას, კონცენტრაციათა სხვაობის გამო, ბაქტერიის უჯრედის სითხე გარეთ გამოდის, რის გამოც ბაქტერია შრება და კვდება; ამიტომ არის, რომ დამარილებული ხორცი წლობით შეიძლება შევინახოთ.

## 19. მუღვივი უფლის სათავა

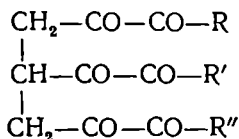
ძალისა და კატის ურთიერთშეხვედრის დროს მათ სისხლში ხდება სპეციფიკური ჰორმონის — ადრენალინის  $C_9H_7(OH)_2 CH(OH) - CH_2NHCH_3$  მყესული გამოყოფა, რაც, თავის მხრივ, იწვევს სიმპათიკური ნერვული სისტემის აგზნების ანალოგიურ მოვლენებს: აძლიერებს ნივთიერებათა ცვლას, მაღლა სწევს არტერიულ წნევას, ადუნებს ბრონქების მუსკულატურას, ანვითარებს რისხვის, შიშისა და დაძაბულობის გრძნობას.

იგივე მექანიზმი უდევს საფუძვლად სხვა ცხოველების, მათ შორის ადამიანის ორგანიზმში უსიამოვნების, შიშისა და აღშფოთების გამოვლინებასაც.

## 20. აქლემის საიდუმლო

უდაბნოებისა და მშრალი სტეპების ბინადარ აქლემს ევოლუციის პერიოდში გარემო პირობებთან შეგუების იშვიათი უნარი გამოუმუშავდა. იგი სხვა ცხოველებისათვის სრულიად უსარგებლო მცენარეულობით იკვებება, მლაშე წყლითაც ადვილად იკლავს წყურვილს და სხვ. მაგრამ როდესაც ესეც არა აქვს? მაშინ ორგანიზმი იწყებს კუბში მომარაგებული ცხიმის გამოზოგვას. ვარაუდობენ, რომ სწორედ აქ არის აქლემის საიდუმლოს გასაღები!

ბიოლოგების აზრით, ცხიმების სახით ცხოველები ფლობენ წყლის მომარაგების თავისებურ და მომგებიან საშუალებას (ცხიმის საკვებ, ენერგეტიკულ და თბოიზოლაციის თვისებებზე რომ არაფერი ვთქვათ). ცხოველური ცხიმები ერთფუძიანი (უმთავრესად პალმიტინისა და სტეარინის) ნაჯერ მჟავათა ტრიგლიცერიდებია:



ეს ნაერთები ერთობ მდიდარია წყალბადით, ამიტომ ყოველი 100 გრამი ცხიმის დაწვის დროს (რაც ორგანიზმში მიმდინარეობს მათი მონელების შედეგად) 150 მლ-მდე წყალი წარმოიქმნება. აქლემის კუ-  
ზი კი ცენტნერზე მეტ ცხიმს შეიცავს, ამიტომ მას შეუძლია 150 ლიტ-  
რამდე წყლით უზრუნველყოს ორგანიზმი.

რაც შეეხება მიწის კურდღელს, მისი ორგანიზმი კუდში დაგროვი-  
ლი ცხიმით სულდგმულობს.

აი, რა უნარიანად იყენებენ უდაბნოს ბინადრები ქიმიის სიკეთეს.  
და არა მარტო ისინი!

## 21. რატომ არ იხრჩობა ნიანგი?

ამ საინტერესო მოვლენის შესწავლამ აჩვენა, რომ წყალქვეშ ყოფ-  
ნისას, როდესაც ჟანგბადის მარაგი მცირდება, ნიანგის ორგანიზმში  
ამოქმედდება განსაკუთრებული ზოორეგულატორი; ეს რეგულატორი  
იმდგავარად არის მოწყობილი, რომ მას შეუძლია თანდათან შეამციროს,  
ხოლო შემდეგ საერთოდ შეწყვიტოს ჟანგბადის მიწოდება ამა თუ იმ  
ორგანოსათვის. შემდეგში გულიც გამოირთვება და იგი თითქმის ჩერ-  
დება — შეიმჩნევა მხოლოდ ორი დარტყმა წუთში. ტვინისათვის კი  
ჟანგბადის შედარებით მცირე რაოდენობაა საჭირო და ორგანიზმს მო-  
სი მარაგი საკმარისად ხანს ყოფნის.



ვეშაპი — ზღვის სივრცეების მეუფე! იგი ჰაერის ჟანგბადით  
სუნთქავს, მაგრამ შეუძლია საათზე მეტ ხანსაც კი დაჰყოს თითქმის  
1 კმ სიღრმეზე!

ანალოგიური რეგულატორით არის აღჭურვილი ვეშაპებისა და ზო-  
გერთი სხვა ცხოველის ორგანიზმიც.

სუნთქვისა და, საერთოდ, ცხოველმყოფელობის პროცესის შენე-  
ლების უნარი შეიმჩნევა ადამიანებშიც (გაიხსენეთ მყვინთავეების, მარ-  
გალიტის მაძიებლებისა და იოგების მაგალითი), მაგრამ გაცილებით ნაკ-  
ლებად.

ცხადია, რომ მწერი სუნთქავს წყალში გახსნილი ჟანგბადით. იგი კი არც ისე ცოტაა: ყოველი მშ წყალი 10 გრამამდე ჟანგბადს შეიცავს, რაც ადამიანისათვის რამდენიმე წუთის ნორმას შეადგენს. მაგრამ მწერს ხომ ლაყუჩები არა აქვს?

ეს საილუმოება გახსნა ერთ-ერთმა დანიელმა ფიზიოლოგმა. მან დაამტკიცა, რომ ჰაერის პატარა ბუშტულაკი უწევს ამ მწერს წყალქვეშა ფილტვების — ლაყუჩების მაგივრობას: როდესაც ჟანგბადის წნევა მასში ნაკლები გახდება, ვიდრე წყალშია (ე. ი. 150 მმ-ზე ნაკლები ვ. წ. სვ.), წყლის ჟანგბადი დიფუნდირებს ბუშტულაკში და ავსებს დანაკლისს.

მაგრამ მწერი გარკვეული დროის შემდეგ მაინც იძულებულია ამოვიდეს ზედაპირზე, ვინაიდან ბუშტულაკი ილევა მასში მყოფი აზოტის წყალში გახსნის გამო.

### 23. თივის სურნალი

მოხუცი გიგო რომ ასჯერ მართალია, ამაში ალბათ ყველა დაგვეთანხმება, ვინც თივის სურნელით დამტკბარა ან კარგ საძოვარზე ნამყოფი ძროხის რძე უგემია.

დამტკიცებულია, რომ საქონლის საკვების სრულფასოვნებისათვის მინდვრის ბალახების სურნელის შენარჩუნებას არანაკლები მნიშვნელობა აქვს, ვიდრე ძირითად საკვებ ნივთიერებებს. ეს იქიდანაც შეიძლება დავასკვნათ, რომ სურნელოვანი ნივთიერებები, სხვა სასარგებლო და სამკურნალო შემადგენელ ნივთიერებებთან ერთად უსათუოდ გადადის რძეში — ამ უნივერსალურ საკვებში, რაც ბუნების მიერ ნორჩი შთამომავლობის საზრდოდ არის განკუთვნილი. მინდორი სწორედ რძის სახით გვაწვდის მცენარეების მიერ სინთეზირებულ ყველაზე ძვირფას ქიმიურ ნივთიერებებს. ეს ნივთიერებები, როგორც მარტივი, ისე კოლოიდური ხსნარების სახით გვაქვს მცენარის ღეროს, ფოთლების, ყვავილებისა და ნაყოფის მიკროსათავსოებში; მაგრამ ისინი შეიძლება სულ ადვილად გამოირეცხოს წვიმის თითქმის დისტილირებული წყლით. ეს საგრძნობლად აქვეითებს თივის საკვებ ღირებულებას. ამიტომ დავუჯეროთ ძია გიგოს ალღოსა და ცხოვრების გამოცდილებას: თუ სრულყოფილი თივა გვინდა. გვექონდეს, ბალახი რაც შეიძლება ნაკლები დანაკარგებით უნდა გაშრეს, რამდენჯერმე გადაბრუნდეს და დაბულულდეს, რათა მზეზე მეტად არ გადახურდეს და ვერც წვიმამ შეძლოს გამოირეცხოს მისგან ესოდენ სასარგებლო და სასიამოვნო ნივთიერებები, რომლებიც სიცოცხლის საწყისად გვევლინება.

სურნელოვანი ნივთიერებები არა მარტო საკვებთან, არამედ ჰაერის მეშვეობითაც ხვდება ცხოველის ორგანიზმში და გადადის სისხლში, აუმჯობესებს სიცოცხლის უნარიანობას, ეწინააღმდეგება დაავადებებს, ჯანსა და ღონეს ჰმატებს დიდსა და პატარას.

#### 24. აზოტი რომ უფრო აბიური იყო...

აზოტის ქიმიური ბუნების შეცვლა (მისი გააქტიურება) ტექნოლოგიების დიდი ხნის ოცნების საგანია: ეს საბოლოოდ გადაწყვეტდა კაცობრიობის არსებობისათვის ესოდენ აუცილებელი აზოტოვანი სასუქებისა და სხვა უამრავი ნაერთების ადვილად მიღების პრობლემას. მაგრამ საკითხს თუ უფრო ღრმად ჩაუფიქრდებით, საქმე სულ სხვაგვარად წარმოგვიდგება. რა მოხდებოდა, მაგალითად, აზოტი უანგბადთან და წყალთან რომ ურთიერთქმედებდეს ჩვეულებრივი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში? ეს კაცობრიობის კეთილდღეობის კი არა, მისი უეჭველი დაღუპვის საწინდარი განდებოდა: ჯერ უანგბადი შეიბოჭებოდა აზოტის სხვადასხვა უანგეულების სახით, ხოლო საბოლოო ჯამში მთელი ზღვები, ოკეანეები, ტბები და მდინარეები სუსტ აზოტმეავად გადაიქცეოდა. ადვილი წარმოსადგენია, რა „სიკეთეს“ დააყრიდა ეს სიცოცხლის არსებობას დედამიწაზე.

ესეც რომ არ იყო და აზოტი სხვა ნაერთების სახით მოსცილდეს ჩვენს ატმოსფეროს, არც მაშინ დაგვადგებოდა კარგი დღე: ატმოსფეროში მარტო უანგბადი დარჩებოდა. — „მერე ამას რაღა ემჯობინებოდა? — შეიძლება გაუხარდეს ზოგიერთს — უფრო ლაღად ვისუნთქებდით!“ მაგრამ ისიც გავიხსენოთ — უანგბადის გარემოში რა ადვილად ააღდება და ენერგიულად იწვის დედამიწაზე არსებული მასალების უმრავლესობა — არა მარტო ორგანული, არამედ არაორგანული წარმოშობის ნივთიერებები, რკინა და სხვა ლითონებიც კი. ამიტომ უანგბადის ატმოსფეროში მოხვედრილი მცირე ნაპერწკალი ყველაფერს გადაბუგავდა და ვიდრე ჩვენ სუფთა უანგბადში სუნთქვას შევეჩვეოდით, ყველაფერი უანგეულების ნარევიად გადაიქცეოდა.

ასე რომ, უმჯობესია აზოტი წინანდებურად ინერტული დარჩეს, ამის წინააღმდეგინა ალბათ არც ქიმიკოს-ტექნოლოგები იქნებიან.

#### 25. როდესაც აპაკინა და ვაჰას „რეცეპტივი“ არ გვუგველის

ზედმეტად გასუქების პრობლემა ერთ-ერთი საჭირობოროტოა როგორც სიცოცხლის ხანგრძლივობის, ისე ორგანიზმის ცხოველმოქმედებისა და სიხალისის მხრივ.

ბევრ „უებარ რჩევას“ შევხვდებით მის ასაცდენად — საჭმელში თავშეკაების, ცხოვრების აქტიური გამოვლინების, დიეტის, ფიზიკუ-

რი ვარჯიშის, კერძოდ, სირბილის სარგებლობის შესახებ; ხოლო ეს მაშინ, როდესაც ორგანიზმი ჯანმრთელია; მაშინ აკაკის „რეცეპტი“ სასურველ შედეგს მოგვცემს.

მაგრამ, საუბედუროდ, გასუქება ხშირად არის შედეგი შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების მუშაობის, ნივთიერებათა ცვლის, ცენტრალური ნერვული სისტემის ნორმალური ცხოველმოქმედების დარღვევისა.

სისხლში რომელიმე ნივთიერების შემცველობის შემცირება იწვევს სიმშობის ცენტრის უჯრედების აგზნებას, რაც სიმშობის გრძნობის გაძლიერებით გამოვლინდება. თუ ეს გრძნობა არ კმაყოფილდება, ორგანიზმი იწყებს ენერგეტიკული ნივთიერებების ეკონომიურად ხარჯვას, მათ გადანაწილებას სიცოცხლისათვის ნაკლებად მნიშვნელოვანი ორგანოებიდან უფრო სათუთ ორგანოებში — ტვინისა და გულის საჭიროებისათვის. ეს აძლიერებს ორგანიზმს საკვების გარეშე ზოგჯერ მთელ თვესაც კი (მაგრამ ერთი პირობით — თუ სასმელი წყალი არ მოაკლდება!).

გაურკვეველი მიზეზების გამო, ხანდახან საკვები ნივთიერების მარაგის დაგროვება რატომღაც ინტენსიურად იწყება, მაშინ, როდესაც მისი რაოდენობა სისხლში მცირეა. ეს აძლიერებს სიმშობის გრძნობას; სწორედ ამიტომ აქვთ მსუქნებს უკეთესი მადა!

როგორ ხდება ინფორმაციის გადაცემა დაგროვილი ცხიმის რაოდენობის შესახებ? სტეროიდული ჰორმონი, კერძოდ, ე. წ. პროგესტერონი (რომელიც ქიმიურ ნაერთს წარმოადგენს), იხსნება ცხიმში. თუ ცხიმის რაოდენობა შემცირდა, ჰორმონი გადადის სისხლში, რის შესახებაც ინფორმაცია გადაეცემა ე. წ. ჰიპოთალამუსის ცენტრებს. გარკვეული როლი განეკუთვნება სხვა ჰორმონალურ ნაერთებსაც — პროსტოგლანდინებს.

მაშასადამე, არანორმალური სიმსუქნის შემთხვევაში შეთანხმებული მუშაობის სქემა ირღვევა, რისი აღდგენაც ძნელია — მასთან გადაჭაპვეული პროცესების სირთულის გამო. ამიტომ აკაკისა და ვაჟას „რეცეპტი“ ყოველთვის არ გამოდგება.

ამ შემთხვევაში უფრო მიზანშეწონილად არის ჩათვლილი ე. წ. „ხშირი კვების მეთოდი“: ცნობილია, რომ ცხიმისა (და შაქრის) გადასვლა „საწყობებიდან“ სისხლში ხდება საკვების მიღებისთანავე — ვიდრე ისინი საჭმლის მომნელებელ ორგანოებს მიაღწევენ. მაშასადამე, შეიძლება მივმართოთ ერთგვარი „მოტყუების“ ხერხს: ბევრჯერ გამოვიწვიოთ „საწყობის“ გამონთავისუფლება ხშირი, მაგრამ მცირე ულუფიანი საკვებით.

სწორედ ეს აქვს მხედველობაში ძია გრიგოლს და არც უსაფუძვლოდ.

1	H	He																								
2	Li	Be																								
3	B	C	N	O	F	Ne																				
4	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe								
6	Cs	Ba	La													Hf	Ta	Pb	Bi	Po	At	Rn				
7	Fr	Ra	Ac													Rf	Db	Sg	Bh	Hv	Uu					

### III. ქიმიკა ქიმიის კაბინეტი

#### 26. ფტორი — მბერი და ფტორი — მოხვარი

ამ ოცდაათიოდე წლის წინათ დამტკიცდა, რომ ფტორი ერთ-ერთი რამე მიკროელემენტთაგანია, რომელიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ორგანიზმის ცხოველმყოფელობისათვის აუცილებელი ვიტამინების სინთეზსა და მოქმედებაზე. კერძოდ, იგი აძლიერებს ვიტამინ „D“-ს მოქმედებას ნივთიერებათა ცვლის პროცესებზე ძვლის ქსოვილში.

კბილის ისეთი გავრცელებული დაავადება, როგორც კარიესია, ორგანიზმში ფტორის ნაკლებობის შედეგი აღმოჩნდა. ამიტომ, თუ სასწრაფო წყლის ყოველ ლიტრში 0,5 მგ-ზე ნაკლები ფტორი გვაქვს, აუცილებელი ხდება მასში ფტორის ნაერთების ხელოვნურად დამატება. მიმართავენ ფტორით მდიდარი პროდუქტების (ახალი ხახვი, ლობიო, ზღვის თევზი) და ცილის შემცველი საკვების მომატებას, ხოლო ნახშირწყლების დოზას (კერძოდ, შაქარს) ამცირებენ. ზოგან ფტორს პურშიც კი ამატებენ. ფიქრობენ, რომ ფტორი კბილის ნივთიერებასთან წარმოქმნის ძნელადხსნად ფტორაპატიტებს და ამასთანავე ანელებს მავნე ბაქტერიების ფერმენტების მოქმედებას.

თითქოს დაუჯერებელია, მაგრამ ფტორი აღმოჩნდა ტვინში, ღვიძლში, თირკმლებსა და კუნთებში, თმის ღეროებშიაც კი, თუმცა მეტად მცირე რაოდენობით. ამასთანავე კარგად უნდა გვახსოვდეს, რომ, თუ ეს მიკროელემენტი მცირე რაოდენობით აუცილებელია ორგანიზმისათვის, მისი ოდნავ გადაჭარბება საკმაოდ მავნებელი ხდება, ამიტომ, როცა, მაგალითად, სასმელ წყალში ფტორი 1,5 მგ-ზე მეტია, საჭიროა ჩმის რაციონის გაზრდა ერთ ლიტრამდე დღეში და კვერცხის, ხაჭოს,

ხორცის, თევზის, ხილის, ბოსტნეულის შემცველი საკვების სისტემატური მიღება, ხოლო ტკბილეული და კონსერვები უნდა გამოვრიცხოთ ულუფიდან.

## 27. ადაპტოგენები — კი, ღოპინგი — არა და არა

ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების შედეგად წარმოქმნილი ამა თუ იმ ქიმიურ ნივთიერებათა კონცენტრაციის ზეგავლენით ჩვენი ტვინი მკაცრად აკონტროლებს უჯრედების გადაღლა-დაქიმულობის ხარისხს, რათა დროულად მისცეს მათ დასვენებისა და ძალების აღდგენის შესაძლებლობა.

ღოპინგის მიღება კი სწორედ იმ მხრივ არის დაუშვებელი, რომ მისი მეოხებით გამოითიშება ტვინის შეგრძნების უნარი გადაძაბვის მიმართ. გადაღლილი უჯრედები მუშაობენ დასვენების გარეშე. — გაცვეთამდე და დაღუპვამდე.

რაც შეეხება ადაპტოგენებს, ისინი არ იწვევენ ენერჯის ისეთ სწრაფ და უჩვეულო „აფეთქებას“, როგორც ღოპინგის შემთხვევაში ხდება, არამედ მოქმედებენ უფრო სათუთად, მხოლოდ ეხმარებიან ორგანიზმს მუშაობის უნარის შენარჩუნებაში, ნერვული გადაძაბვისა და გადაღლის გარეშე.

ადაპტოგენები, ისევე, როგორც გამიზნული მოქმედების ე. წ. ფარმაკოპროტექტორები, ბუნებრივი წარმოშობის ნივთიერებების შესაბამისად მზადდება და ორგანიზმისათვის უვნებლად არის ჩათვლილი.

## 28. მარილი ზრილობაზე

ღია ქრილობაზე მარილხსნარის (და მით უმეტეს — მარილის) მოხვედრით გამოწვეული მძაფრი ტკივილი აგრეთვე ოსმოსის მოვლენით არის გამოწვეული (იხ. § 18): კუნთის ქსოვილის უჯრედებში მყოფი წყალი იძულებულია გამოვიდეს გარეთ — მარილის დიდი კონცენტრაციის მქონე არეში. გაუწყლოების გამო ხდება უჯრედის გამოშრობა, რაც მისი დაღუპვის მომასწავებელია. ამიტომ არის, რომ ორგანიზმი ითხოვს შველას, რაც მძაფრი ტკივილით გამოვლინდება.

## 29. ბავრია თუ ცოტა 0,0001%?

სინამდვილეში 0,0001%-იანი ხსნარი არც ისე განზავებულია, როგორც ეს ერთის შეხედვით გვეჩვენება.

მაგალითისათვის ავიღოთ ამ კონცენტრაციის კალიუმპერმანგანატის ( $KMnO_4$ ) საღებინფექციო ხსნარი.



როგორც ყველა სხვა ნივთიერების, ასევე კალიუმპერმანგანატის ერთი გრამ-მოლი (ა.ე. 158,03 გ) შეიცავს  $6,022 \cdot 10^{23}$  მოლეკულას.

მეორე მხრივ 0,001%-იანი წყალხსნარი ნიშნავს, რომ ამ ხსნარის ყოველ ლიტრში არის 0,001 გ (ანუ ერთი მილიგრამი) ნივთიერება.

ჩავატაროთ მარტივი გაანგარიშება:

158,03 გ  $KMnO_4$  შეიცავს  $6,022 \cdot 10^{23}$  მოლეკულას,

0,001 გ  $KMnO_4$ -ში გვეძება X მოლეკულა,

$$\text{საიდანაც } X = \frac{0,001 \cdot 6,022 \cdot 10^{23}}{158,03} = 3,81 \cdot 10^{19}.$$

დამეთანხმებით, რომ ეს საკმაოდ დიდი რიცხვია (თითქმის ოთხი კენტილიონი) — იგი მილიონჯერ მეტია, ვიდრე დედამიწის მოსახლეობის რაოდენობაა ამჟამად.

ამგვარად, ექიმები ზედმეტად გულუბნებიან კი არიან ავადმყოფების წამლებით მომარაგებაში!

### 30. მსხვერპლი ურთულესი მსხვერპლი არ იკარგება

ექიმი მართალია: კუჭის წვენის დაქვეითებული მკაცრიანობის დროს მარცმკეას ან სხვა არაორგანული ნაერთების მიღებას შეუძლია ორგანიზმის არასასურველი შეშუალება (აციდოზი) გამოიწვიოს.

ორგანიზმში მიმდინარე რთული პროცესების ქიმიზმის გათვალისწინებით, ამჯობინებენ ორგანული — ლიმონის, რძის, ღვინის ან თუნდაც ძმრის მკეას მიღებას, ვინაიდან ისინი ბოლომდე გადამუშავდება და არ იწვევს მეტად მნიშვნელოვანი ტუტე-მკეაა წონასწორობის დარღვევას ორგანიზმში.

### 31. ძალაძალი თუ სოფლელი ძალი

საქმე ის არის, რომ ისეთ ცხოველებზე ცდების ჩატარების დროს, როდესაც მათი გაკვეთაა საჭირო, ექსპერიმენტატორებმა შეამჩნიეს, რომ ზოგიერთი ცხოველის სისხლძარღვთა სისტემა და ორგანოები (ფილტვები და სხვ.) ვაცილებით უფრო მუქი ფერისაა, ვიდრე შეიძლება მოველოდეთ. მრავალგზის დაკვირვებებმა ცხადყვეს, რომ ასეთებია... ქალაქის მიდამოებში მცხოვრები ძაღლები!

აღბათ ხედებით, რომ ამის მიზეზია ქალაქის გარემოს ვაჟუჟყიანება ავტომანქანების გამონაბოლქვი აირებით. ბოლის ნაწილაკები დროთა განმავლობაში გროვდება ცხოველის ფილტვებსა და სისხლძარღვთა სისტემაში, რაც იწვევს მათ მუქ შეფერილობას.

როგორც ვხედავთ, ჩვენი მედიკოს-ექსპერიმენტატორი არ შემცდარა!

ავადმყოფი ზედმეტად ექვიანი ჩანს — სადღეინფექციოდ განკუთვნილი სპირტის განზავება ნამდვილად საჭიროა. დამტკიცებულა, რომ კონცენტრირებული სპირტის პირველივე ფენა იწვევს ცილის კოაგულაციას — წარმოქმნის ნალექს, რომელიც გადაეკვრება კანს; მაშასადამე, სპირტის შემდგომი კერძი ველარ აღწევს ადამიანის კანამდე და ცხადია, რომ მის დეზინფექციას არ ახდენს. ამიტომ ჯობს, რომ სადეზინფექციოდ გამზადებული სპირტი მცირედ განზავდეს.

33. კალციუმი ისპანახსა და მჟაუნაში

ბოსტნეულთა უმრავლესობა კალციუმის მარილებს წყალში ხსნადი და, მაშასადამე, ორგანიზმისათვის შესათვისებელი სახით შეიცავს. მჟაუნა და ისპანახი კი ამ მხრივ გამონაკლისია: ორივე მათგანში კალციუმი ძნელად ხსნადი ოქსალატების სახით გვაქვს, ამიტომ თითქმის არ შეითვისება ორგანიზმის მიერ და მათ გამოწერას ავადმყოფისათვის აზრი არა აქვს; ასე რომ, ქიმიის ცოდნა ბევრ რამეში ეხმარება ექიმს.

სწორედ ოქსალატების ძნელად ხსნადობაზეა დაფუძნებული კალციუმის დალექვა მისი ზუსტი ანალიზური განსაზღვრის დროს.

34. როდესაც ხელის ტივილს კუჭის ამორეცხვით გაურნალობან

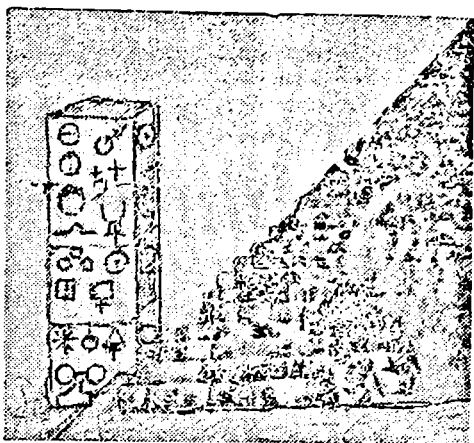
ბორმეყავს ხსნარს ჩვეულებრივად საკმაოდ უვნებელ საშუალებად მიიჩნევენ — მას ხომ ყელშიაც ვივლებთ! სინამდვილეში კი ეს ნაერთი საკმაოდ ძლიერი შხამია. სწორედ ამიტომ ითვლება იგი უებარ სადღეინფექციო საშუალებად ბევრ დაავადებათა გამომწვევი მიკროორგანიზმების წინააღმდეგ.

მაშასადამე, მისი დალევა ყოველად დაუშვებელია: 20 გ სასიკვდილო დოზად არის მიჩნეული! გასაგებია, რომ ექიმი ჩქარობს ავადმყოფის კუჭის ამორეცხვას, რათა შხამი ამ გზით მაინც მოაცილოს ორგანიზმს, ვიდრე იგი მოასწრებდეს სისხლში გადასვლას.

სამწუხაროდ, ჩვენ ხშირად არ ვამახვილებთ ხოლმე ავადმყოფის ყურადღებას წამლის ამა თუ იმ მავნე თვისებების ირგვლივ.

ისე კი უნდა გვახსოვდეს, რომ ყოველი ხელოვნური წამალი, მართალია, რაღაცას უხდება, მაგრამ ამასთანავე რაღაცას ვნებს. ამიტომ იგი მხოლოდ და მხოლოდ სწორი გამოყენებისას შეიძლება იყოს სასარგებლო.

#### IV. ქიზია და იხვორია



35. მატალი, რომელმაც რომის იმპერია იხსნა

ოქროსა და ვერცხლის გარდა, ძველად რომის იმპერიაში ძვირფასად ითვლებოდა აგრეთვე სხვა მძიმე მეტალებიც, მათ შორის ტყვია. მისგან კეთდებოდა სასმისები და ჭურჭელი; მაგრამ ტყვია და მისი ნაერთები ხომ ძლიერი საწამლავია ადამიანის ორგანიზმისათვის! განსაკუთრებით საშიშია იგი ნერვების, ქსოვილისა და სისხლისათვის. სწორედ ეს გარემოება გამოდგა მეტად საბედისწერო რომაელთათვის. განსაკუთრებით იწამლებოდნენ მდიდარი პატრიციები, რომლებიც უფრო მეტად ხმარობდნენ ამ „ძვირფასი“ ლითონის ჭურჭელს. მათი ორგანიზმი იმდენად უძლურდებოდა, რომ 20—25 წლის ჯაბუკი უკვე ღრმა მოხუცებულად გრძნობდა თავს, სუსტდებოდა და ბეჩავდებოდა. შერჩევით და დამლუპველად მოქმედებდა ტყვია ქალებზე — უკარგავდა მათ შვილოსნობის უნარს და სხვ.

36. კეთილი ჯუჯები იუბას შატბიდან

ასეთი საკვირველება არა მარტო იუბას შტატში მოხდა, იგივე განმეორდა მექსიკის ერთ-ერთ მიტოვებულ მაღაროშიც, სადაც თითქოს არაფრისაგან 10 ათასი ტონა სპილენძი დაგროვდა.

კეთილ ჯუჯებად აქ მოგვევლინენ... ბაქტერიები! მათი ერთ-ერთი სახეობის საკვებ არეს ზოგიერთი მეტალის გოგირდნაერთები წარმოადგენს. სპილენძი კი ბუნებაში ჩვეულებრივად წყალში უხსნადი სულ-

ფიდის (CuS) სახით გვაქვს. სწორედ მას „ემტერებიან“ ეს ბაქტერიები, სწრაფად ჟანგავენ რა წყალში ხსნად ნაერთამდე. საინტერესოა ის გარემოებაც, რომ აღნიშნული ბაქტერიები ძალიან ღარიბი გამოფიტული მადნებითაც კმაყოფილდებიან, ბოლომდე ამოკრეფენ რა მისგან მთელ სიმდიდრეს.

მომდევნო წლების კვლევებით დადასტურდა, რომ შესაძლებელია შეირჩეს ბაქტერიების ისეთი სახეობა, რომელთაც შესწევთ უნარი გადაამუშაონ სხვა დეფიციტური და ძვირფასი ლითონების შემცველი მადნები მიწის წიაღში ჩარჩენილი არაკონდიციურად მიჩნეული ღარიბი ნედლეულიდან.

სწორედ ამ კეთილი ჯადოქრების დახმარებით ხდება შესაძლებელი არა მარტო სპილენძის, არამედ რკინის, ტიტანის, ნიკელის, კობალტის, ალუმინის, ტყვიის, ბისმუტის და, ასე ვასინჯეთ, ოქროსა და ურანის, აგრეთვე იშვიათი და გაბნეული ლითონების (გერმანიუმი, რენიუმი და სხვ.) ამოწვლილვა.

ძნელი არ არის წარმოვიდგინოთ — რა დიდი სამსახური შეუძლია გაუწიოს ადამიანს „ჯუჯა მეტალურგებმა“, რომლებიც ძვირად ღირებული და რთული ტექნოლოგიური პროცესების ნაცვლად თითქმის უსასყიდლოდ გვთავაზობენ იაფი, და შეიძლება ითქვას — ავტომატიზებული წარმოების სქემას.

### 37. ძველ ეგვიპტეში

ენერგეტიკული კრიზისი არა მარტო თანამედროვე ტექნიკისათვის ითვლება ძნელად გადასაჭრელ პრობლემად. მსგავსი რამ თურმე უძველეს ეპოქებშიც ხდებოდა, რის მაგალითსაც ნილოსის ნაპირზე მიტოვებული სპილენძის მდიდარი საბადოც წარმოადგენს. სპილენძის გამოსადნობი ღუმელებისათვის საჭირო იყო საწვავი (შეშა), რასაც მაღაროების ახლოს მდებარე პალმებისა და აკაციებისაგან ამზადებდნენ; მაგრამ ტყე უფრო ადრე გაიჩეხა და გამოილია, ვიდრე თვით საბადოს მარაგი ამოიწურებოდა. სწორედ ამ გარემოებამ აიძულა ძველი ეგვიპტელი მეტალურგები მიეტოვებინათ სპილენძის მდიდარი საბადოს დამუშავება.

### 38. პირამიდის მშენებელთა აზროვნება, ხახვი და...

უენაესი ჭურჭრი

ძველ ეგვიპტეში ხახვი და ნიორი მხოლოდ ქურუმთა ღვთაებრივ საკვებად ითვლებოდა, მდაბიობეს კი, სიკვდილის დასჯის შიშით, მათზე ხელი არ მიუწვდებოდათ.

მოგვიანებით პირამიდის მშენებელთათვის გაკეთდა გამოწავლისი, რათა ავადმყოფობას არ შეეფერებინა ესოდენ მნიშვნელოვნად მიჩნეული საქმე. ხახვისა და ნიორის საჭირო რაოდენობა სპეციალური ხარჯთაღრიცხვით იყო ხოლმე ვათვალისწინებული, რის შესახებაც შემორჩენილია სათანადო საბუთები.

მაგრამ ზოგჯერ მომარაგება ფერხდებოდა, რაც მშენებელთა ამბოხების საბაბიც კი გამხდარა.

საკითხის გადაწყვეტა თვით ფარაონსაც არ შეეძლო, თუ უზენაესი ქურუმის ნება არ იქნებოდა „ღვთაებრივი საკვების“ გაცემაზე.

### 39. რას გადაურჩა პატრა დიდი?

პეტრე დიდი თავის გადარჩენას ტყვიის ნაერთებით მოწამელისაგან მისსავე დაუდევარ ხასიათს უნდა უმაღლოდეს: ბავშვობაში იგი დიდიდან საღამომდე გარეთ იყო, სუფთა ჰაერზე — თავს უყრიდა თანატოლებს, აწყობდა მათ სამხედრო წესის თანახმად („გასართობი პოლკები“) და იყო ერთთავად ომობანას თამაშში. „ისინი ჩემი მომავალი ჯარისკაცები არიან!“ — დაჟინებით აცხადებდა იგი და აკი გაუმართლდა კიდეც!

ზამთარ-ზაფხულ სუფთა ჰაერზე ყოფნამ, ფიზიკურმა ვარჯიშმა, ჯანმრთელმა სასმელ-საკვებელმა საკმაოდ გამოაწრთო მომავალი იმპერატორის ორგანიზმი და, რაც მთავარია, გადაარჩინა ტყვიის მილებში გატარებული წყლით მოწამელისაგან.

### 40. ვლემი, რომელიც გადაშენი არ არის

მეცნიერთა არა ერთი თაობა ცდილა საქონლის ამ ვერაგი ავადმყოფობის გამომწვევი მიზეზის მიგნებას, მაგრამ ამაოდ. ბოლოს დაასკენეს, რომ, ალბათ, ჭაობიან და ეწერ ნიადაგებზე მოსულ საკვებს ჰქონდა რაიმე ნაკლი, მაგრამ სახელდობრ რა, გამოუცნობი რჩებოდა რისი დამატება არ სცადეს საკვებში, მაგრამ ამაოდ! საშველი თითქოს მაინც არ ჩანდა!

ქიმიკოსებისა და სოფლის მეურნეობის მუშაკთა ოცი წლის დაძაბული შრომა დასჭირდა საქონლის უმოწყალო გაუღეტის მიზეზის დადგენას; ასეთი აღმოჩნდა... საკვებში კობალტის არარსებობა! ერთი შეხედვით თითქოს საოცარია, რომ ამ ზომამდე მასობრივი უბედურება შეუძლია გამოიწვიოს ელემენტმა, რომელიც ცხოველის ორგანიზმში იმდენად მცირე რაოდენობითაა, რომ მისი აღმოჩენა ჩვეულებრივი ქიმიური ანალიზის მეთოდით არც კი ხერხდება.

მოგვიანებით დადგინდა, რომ ღელამიწის ზელაპირხა და ატმოს-

ფეროში მომეტებულად გავრცელებული ელემენტების — ნახშირბადის, წყალბადის, აზოტისა და ჟანგბადის ან თუნდაც გოგირდის, ფოსფორის, რკინის, კალიუმის, კალციუმისა და ქლორის გარდა, ცხოველის ორგანიზმისათვის უაღრესად აუცილებელ საჭიროებას წარმოადგენს ექვს ათეულამდე მიკროელემენტი; თვითეულის რაოდენობა ზოგჯერ გრამის მეათასედს არ აღემატება, მაგრამ თუნდაც ერთ-ერთის გამორიცხვა ისევე საბედისწერო შეიძლება აღმოჩნდეს, როგორც, კერძოდ, კობალტისა.

ვინაიდან მიკროელემენტების უკმარისობა ბაცილარული არ არის, იგი არც გადამდებია. კობალტის სიმციროთ გამოწვეულ ავადმყოფობას კი „საქონლის ქლეჩი“ ნამდვილ ქლეჩთან გარეგანი მიმსგავსების გამო ეწოდა.

#### 41. ერემნელი სოვდაბრის ბალი

ეს შემთხვევა ნამდვილად მოხდა და თბილისელმა მებალე-აგრონომმა სწორი დიაგნოზი დაუსვა ბალის ავადმყოფობას: მცენარეები იღუპებოდნენ... სასუქის მომეტებული რაოდენობისაგან!

საქმე ის გახლავთ, რომ მინერალური სასუქები იგივე მარილებია. როდესაც მათი კონცენტრაცია ნიადაგში ნაკლებია, ვიდრე მცენარის ღეროში, მაშინ ფესვები, ოსმოსის კანონის შესაბამისად, სითხეს საკვებ ნივთიერებებთან ერთად ხარბად შეისრუტავენ ნიადაგიდან; მაგრამ თუ მარილების კონცენტრაცია ნიადაგში დიდია, სითხე, იმავე ოსმოსის კანონის ძალით, მცენარიდან ნიადაგში გადავა. ეს პროცესი გრძელდება მანამდე, ვიდრე მარილთა კონცენტრაციები არ გათანაბრდება. მცენარე კარგავს სითხეს, ეს კი მისი დაღუპვის მომასწავებელია.

ამიტომ არის, რომ მარილიან ნიადაგებში მცენარე ვერ ხარობს; იმავე მიზეზით სასუქის შეტანა ნიადაგში ჩვეულებრივად ძალიან მცირე კონცენტრაციის ხსნარის სახით ჯობს.

#### 42. რატომ ვერ მოწამლეს რასპუტინი?

რა მოხდა 1916 წლის დეკემბერში და რატომ გაუძლო რასპუტინის ორგანიზმმა საწამლავის სამმაგ (თუ მეტ) დოზას, დანამდვილებით ძნელი სათქმელია; როგორც იტყვიან — ზოგჯერ ისტორიული სიმართლე მკვდრების დუმილზეა დამყარებული!

რაც შეეხება HgCN-ს, იგი, მართალია, უფრო ტოქსიკური კომპონენტებისაგან შედგება და ამდენად უფრო ძლიერი შხამი უნდა იყოს, ვიდრე, მაგალითად, KCN ან NaCN (მათი 0,1 გრამიც კი სასიკვდილო

ლოზაა!), მაგრამ მხედველობაშია მისაღები ის ფაქტი, რომ ერთვალენტური ვერცხლისწყლის ციანიდი\* მეტად მცირედ ხსნადობის გამო გაცილებით ნაკლებ ტოქსიკურია სხვა ციანიდებთან შედარებით\*\*.

#### 43. „შავბორო“ ხანძრები

სინესტის შთანთქმის შედეგად ჯუთის, ნახშირის, თივისა და ხორბლის გროვაში ვითარდება ისეთი მიკრობიოლოგიური პროცესები, რომელთაც სითბოს საგრძნობი რაოდენობით გამოყოფა მოსდევს. ამიტომ, თუ გროვა საკმარისად არ ნიაველება, იგი იმ ზომამდე შეიძლება გაცხელდეს, რომ ენდოგენურად ააღდეს კიდევ. ეს პროცესები განსაკუთრებით ადვილად მიმდინარეობს ახალგაზრდა (ე. ი. გეოლოგიურად გვიან წარმოქმნილ) ნახშირებში, ვინაიდან ისინი წყლის ორთქლს უფრო კარგად შთანთქავენ. ამ შემთხვევაში მეტი სითბოც კი გამოიყოფა, ვიდრე უანგბადის ადსორბციის შედეგად.

ძველი, უფრო ხანდაზმული ნახშირები (ანთრაციტი) კი თვითანთებისადმი მედეგია. მაგრამ რა მოსდის ჯუთს? მას ხომ ყოველმხრივ იცავენ სინესტისაგან და გემით გადაზიდვის დროსაც საგულდაგულოდ მშრალად ინახავენ ჰერმეტიკულად დახშულ ტრიუმებში? საქმე ისაა, რომ ჯუთის შენახვა მშრალი სახით შეუძლებელია — მას აქვს უნარი 25%-მდე სინესტე შთანთქას — განსაკუთრებით ტროპიკული ატმოსფეროს პირობებში. მაგრამ გარეგნულად ეს არ გამოვლინდება — ჯუთი სავსებით მშრალი ჩანს.

არის 17-მდე სხვადასხვა მიზეზი ამგვარი „უმიზეზო“ ხანძრებისა. ცნობილია შემთხვევა, როდესაც ხანძარი გამოიწვია წყლით სავსე სფერულმა მინის ჭურჭელმა (მზის სხივების გარდატეხის შედეგად). ერთხელ კი ინდოეთში ცეცხლმა მთლიანად გაანადგურა და უსიცოცხლო უდაბნოდ აქცია ტყის უზარმაზარი კორომი. დიდი ძიების შემდეგ გამოიჩინა, რომ ხანძარი გამოიწვია ტყის უბრალო ყვავილმა — იგი თურმე ადვილად აქროლად ეთეროვან ზეთებს გამოყოფს; სწორედ ამ ზეთების ორთქლის აალება გამოუწვევია ინდოეთის მწვავე მზის სხივებს, რასაც ხანძარი მოჰყვა.

\* არ ავრიოთ ორვალენტური ვერცხლისწყლის ციანიდთან —  $Hg(CN)_2$ , რომელიც ათასჯერ უფრო ხსნადია, ვიდრე  $HgCN$  და, მაშასადამე, ამდენჯერვე უფრო მომწველელი.

\*\* ზუსტად ასევე იქცევა ვერცხლისწყლის ქლორიდებიც — კალომელის ( $Hg_2Cl_2$ ) ხსნადობა არ აღემატება 2.10<sup>-3</sup> გ/ლ და ამიტომ უვნებელია, მაშინ, როდესაც წყალში კარგად ხსნადი  $HgCl_2$  (66 გ/ლ) ძლიერი შხამია.

ხანძარი შეუძლიათ გააჩინონ მტრედებმაც. ეს ფრთოსნები, როგორც ცნობილია, სისუფთავით არ გამოირჩევიან. მათი ბუდობის ადგილას ბევრი ნაკელი გროვდება. როდესაც სახლის სახურავი ცხელდება, ნაკელიც ხურდება და იმდენად ადვილად აღვილაალებადი ხდება, რომ შეიძლება ხანძარიც კი გამოიწვიოს.

#### 44. „ზღვის ექო“

მკითხველი ალბათ ხვდება, რომ მშვენიერი იახტა ესოდენ მიმზიდველი სახელით — „ზღვის ექო“ კოროზიამ იმსხვერპლა, უფრო სწორად — გემთმშენებელთა მიერ ელექტროქიმიის ცნებათა გაუთვალისწინებლობამ.

მაინც რა მოხდა?

„ზღვის ექოს“ კორპუსი აგებული იყო კოროზიამედეგი შენადნობისაგან, ე. წ. მანელისაგან, სხვა ნაწილები კი — ფოლადისაგან. მშენებლობის ბოლოს გამოირკვა, რომ მანელის მოქლონები აღარ კმაროდა და მათი ნაწილი ფოლადის მოქლონებით შეცვალეს.

— რა მნიშვნელობა აქვს — ორივე მასალა აბსოლუტურად საიმედოა და მედეგი ზღვის წყალში! — დაასკვნეს ექსპერტებმა. და, აი სწორედ ექსპერტების ეს დასკვნა აღმოჩნდა საბედისწერო: ცალ-ცალკე ორივე მასალა, მართალია, მედეგია, მაგრამ როდესაც ისინი ერთად არის ჩაშვებული ზღვაში, ხდება საკვირველება: ერთ-ერთი მათგანი (კერძოდ, ფოლადი) იწყებს ინტენსიურად გახსნას! რა მიზეზით?

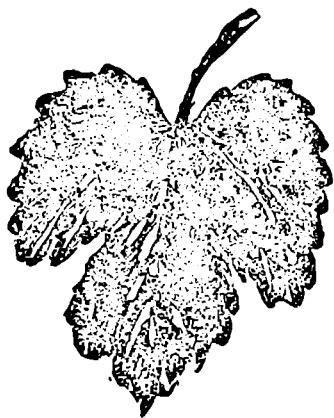
მრავალგზის კვლევათა შედეგად დადგენილია, რომ ამ დროს იქმნება ელექტროქიმიური კოროზიის ხელშემწყობი პირობები — ელექტროლიტის გარემოში (და ზღვის წყალი ხომ კარგი ელექტროლიტია მასში გახსნილი მარილების წყალობით) წარმოიქმნება გაღვანური წყვილი; ის ლითონი, რომელიც უფრო უარყოფითი პოტენციალით ხასიათდება, გადადის ხსნარში — იწყებს გახსნას. სწორედ ამით აიხსნება ზღვის წყლის ძლიერი აგრესიულობა — იგი უმოწყალოდ სჭამს ლითონებს.

„ზღვის ექომ“ (პირდაპირი და გადატანითი მნიშვნელობით) მართლაც ნახევარი მილიონი დოლარის ზარალი მისცა გემთმშენებლებს. იმდროინდელი ცოდნის დონე (ეს ამბავი კი ამ საუკუნის ოციან წლებში ხდებოდა) უძლური აღმოჩნდა კოროზიის თითქოს შეუმჩნეველი, მაგრამ ესოდენ შემმუსვრელი ძალის წინააღმდეგ, ხოლო მშვენიერი იახტის ტრაგედია გახდა ზღვის კიდევ ერთი სასტიკი შურისძიების სინონიმი.



მაგრამ ჩვენს დაუდევრობას და უცოდინარობას არა მარტო ზღვა გამოეხმაურება ხოლმე: კოროზიისაგან გამოწვეულმა დანაკარგებმა უკვე გადააჭარბა ლითონის ფონდის მატებას მსოფლიოში, რაც მილიარდობით მანეთის ზარალს იწვევს. ამდენად იქნებ უფრო სამართლიანი ყოფილიყო ამგვარი მოვლენისათვის საერთოდ „ბუნების შურისძიება“ გვეწოდებინა?

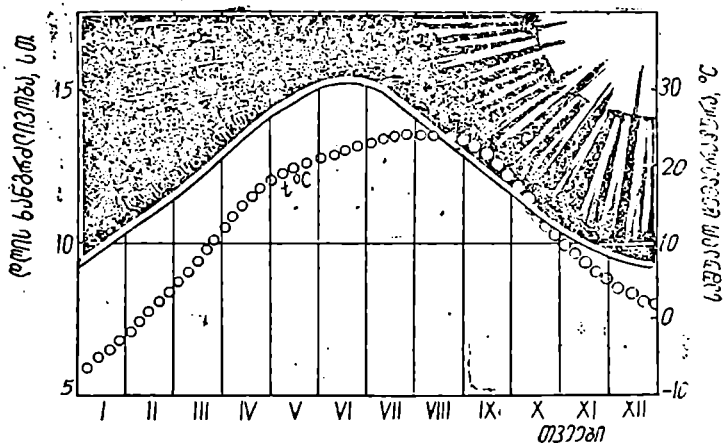
— . —



V. ქიშია  
კოეზიის  
მხარლამხარ

45. „ზამთარი ვარდთა გახვობს...“

ჩვენ ქვეცნობიერად შეჩვეული ვართ იმ აზრს, რომ ბუნების ფერისცვალება შემოდგომაზე და მისი გამოვლიძება გაზაფხულზე თითქოს მხოლოდ ტემპერატურის ცვალებადობისაგან არის დამოკიდებული.



დღის ხანგრძლივობისა და საშუალო ტემპერატურის ცვლილება თვეების მიხედვით თბილისში 1950 წელს.

ბული, მაგრამ დაკვირვებებმა ცხადყო, რომ ბუნება უფრო დღის სინათლის ხანგრძლივობას ემორჩილება. ამიტომ არის, რომ შემოდგომის ფოთოლცვენა მზიან და თბილ ამინდშიაც შეინიშნება, ხოლო ადრე გაზაფხულზე კვირტებისა და ყვავილების აფეთქებას სუსხიც ვერ აკავებს.

46. „სიციხე სვამას, ყინვა დააჯროგს, წულულნი ორჯაღვე  
სტაქვიან“

როდესაც ჩვენ ვამბობთ, რომ წყალი 0°-ზე იყინება, ჩვეულებრივად ვგულისხმობთ ნორმალურ ატმოსფერულ წნევას (760 მმ ვ. წ. სე.). მრაც შეეხება უფრო მაღალ და ზემაღალ წნევებს, დადგენილია, რომ ამ დროს ყინული ახალ უჩვეულო კრისტალურ მოდიფიკაციებში გადადის. წნევის აწვევისას წყლის გაყინვის (ანუ, რაც იგივეა, ყინულის ღებობის) ტემპერატურა ჯერ ეცემა საშუალოდ 1%-ით ყოველ 135 ატმ წნევის მომატებისას, 615 ატმ-ზე ეს სიდიდე უკვე — 5°-ს აღწევს.

2000 ატმ ზევით კი სურათი გაცილებით უფრო რთულდება ყინულის პოლიმორფიზმის (კრისტალური აღნაგობის ცვლილების) გამო: იგი ექვს მოდიფიკაციას იძლევა.

ტამანმა აღმოაჩინა ყინულის სამი ახალი მოდიფიკაცია — ყინული II, III და IV (მაგრამ ამ უკანასკნელის არსებობა შემდეგ აღარ დადასტურდა). ბრიჯმენმა კი V და VI მოდიფიკაციებსაც მიაგნო. უკანასკნელი 20000 ატმ პირობებში 75°-ზედაც კი მყარ მდგომარეობაშია („ცხელი ყინული“).

ბოლო დროს აღმოჩენილი მოდიფიკაცია (ყინული VII) 32000 ატმ პირობებში თითქმის +192°-ზე ღლვება.

ცხადია, რომ ასეთ ყინულთან, უფრო სწორად კი იმ ჰურჭელთან შეხებამ, რომელშიც ასეთი წნევის ქვეშ მყოფი ყინულია მოთავსებული, უფრო მეტად შეუძლია დაგვწვას, ვიდრე მდულარე წყალმა.

47. „გონიერთა მწვერთელი უზვარს...“

უნდა გვახსოვდეს, რომ ვერცხლისწყალი ვერაგი მომწამლავი ნივთიერებაა და მასთან მუშაობა უადრესად საფრთხილოა.

ცნობილია ბევრი შემთხვევა, როდესაც ვერცხლისწყალთან მუშაობის შედეგად დიდი მეცნიერებიც კი საბედისწეროდ მოწამლულან. (ბ. პასკალი, ი. ნიუტონი, მ. ფარადეი, მ. ლომონოსოვი და სხვები, მათ შორის ინგლისის მეფე კარლოს II სტიუარტების დინასტიიდან).

იატაკზე დაღვრისას ვერცხლისწყალი ძალიან წვრილ წვეთებად იქცევა, რომელთა საერთო ზედაპირი ასეულ მ<sup>2</sup> შეიძლება აღწევდეს. ეს ხელს უწყობს მის სწრაფ აორთქლებას; მაგრამ ეს არ ნიშნავს, რომ იგი განიავდა და სათავსოს მოსცილდა. ვერცხლისწყალი, როგორც წესი, უხილავი წვეთების სახით კონდენსირდება კედელზე ან სხვა რაიმე უსწორმასწორო ზედაპირზე; გარემოს ტემპერატურის მცირედ აწევისას მისი ორთქლი ისევ ჰაერში ტრიალებს და გვწამლავს.

ამიტომ ჩვენი უსაშიშროების ტექნიკის ინჟინერი მართალია, როდესაც კატეგორიულად მოითხოვს იმ სათავსოს საგულდაგულო რემონტს — კედლების ჩამოფხეკით და ა. შ., სადაც ვერცხლისწყალი დაიდგარა.

დამტკიცებულია, რომ ვერცხლისწყლის აორთქლება ხდება მაშინაც, როდესაც მის ზევით 1 მეტრზე ნაკლები სიმაღლის წყლის ფენა გვაქვს. ვერც სხვა სითხეები უზრუნველყოფენ მისი ორთქლისაგან დაცვას. ყველაზე საიმედოდ ითვლება ვერცხლისწყლის შენახვა ბოლოებშიედუღებულ ამბულაში 30—40 მლ ოდენობით.

მაშასადამე, ინჟინრის ზრუნვა ჩვენს ჯანმრთელობაზე აქაც არ არის საფუძველს მოკლებული, თუმცა ზოგიერთს ეს ზრუნვა ზედმეტ მოდავებად მიაჩნია.

სწორედ ამაზე უთქვამს დიდებულ შოთას — „გონიერთა მწვრთველი უყვარს, უგუნურსა გულსა ჰგმირდეს“.

48. „მისაც საჰმელი აჰვს და ჰქონია,  
მას უნდა ფიქრიც ჰქონდეს კეთილი“

თქვენი არ ვიცი, მკითხველო, მე კი ასეთ შემთხვევაში ომარ ხაიამის ეს რობაია მახსენდება ხოლმე:

„ვისაც საჰმელი აჰვს და ჰქონია,  
მას უნდა ფიქრიც ჰქონდეს კეთილი,  
მაგრამ ზოგიერთს ისე ჰქონია,  
მართო კამისთვის ორის შექმნილი“

მართალია, ექიმის მიერ აუგად მოხსენებული შაქარი სწორედ აღმოსავლეთის ამ ბრძენი პოეტის სამშობლოდან იღებს დასაბამს\*, მაგრამ მისი ფრიად მომეტებული რაოდენობით გამოყენება თანამედროვე ტექნიკურად განვითარებული ქვეყნების „დამსახურებაა“, რამაც შაქარი არა მარტო სიტკბოს, არამედ სიმწარის სიმბოლოდაც აქცია.

\* როგორც ამბობენ, აღმოსავლეთის მბრძანებლები დიდი წყალობის ნიშნად განსაკუთრებული გმირობის ჩამდენს ერთი-ორჯერ აალოკინებდნენ ხოლმე შაქრის ნატყხს, რომელიც მოსახამის ჭიბეში ეღოთ.

ბევრს შეიძლება გაუკვირდეს ამ მაღალკალორიულ სიკვებ პროდუქტად აღიარებული და ორგანიზმისათვის საჭირო ენერჯის აღდგენის უებარი საშუალების რამდენადმე აუგად მოხსენიება; და მართლაც, ნახშირწყლები (შაქარი) ხომ ესოდენ აუცილებელია ჩვენი ღვიძლისა და ტვინის ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის, აგრეთვე კუნთების — და მათ შორის გულის კუნთის საკვებად.

მაგრამ შაქარიც არის და შაქარიც: ჩვეულებრივი რაფინირებული (და ფხვნილი) შაქარი სუფთა ქიმიურ ნაერთს — საქაროზას წარმოადგენს ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). საქაროზა და მისივე მსგავსი გლუკოზა, მართალია, ადვილად და სწრაფად შეითვისება, მაგრამ სამაგიეროდ გაცილებით ხანგრძლივად ყოვნდება ორგანიზმში.

ამასთანავე მისი მომეტებული რაოდენობა გარდაიქმნება ცხიმად და, რაც კიდევ უფრო სავალალოა, განაპირობებს სხვა პროდუქტების ცხიმებადვე გადასვლას. ამიტომ არის, რომ ექიმი ზედმეტად გასუქებულ პაციენტს ურჩევს თავი შეიკავოს არა მარტო ჩვეულებრივი შაქრის, არმედ მურაბების, შოკოლადისა და ზედმეტად ტკბილი კომპოტისაგანაც კი (ისინიც ხომ საქაროზასაგან მზადდება!).

შაქრის სისტემატურად ჭარბი მოხმარება მისი სისხლში დაგროვების (ჰიპერგლიკემიის) მიზეზი ხდება, რაც, თავის მხრივ, უაღრესად არასასურველ გართულებებსა და დაავადებებს იწვევს.

საქაროზას საპირისპიროდ, ხილში შეცული შაქარი — ფრუქტოზა (მისი ქიმიური ფორმულაა  $C_6H_{12}O_6$ ), აგრეთვე რძის შაქარი (ლაქტოზა) ორგანიზმის მიერ, მართალია, უფრო ნელა შეითვისება, მაგრამ სისხლიდან გაცილებით ჩქარა გადადის ღვიძლში და ადვილად ჩაირთვება გაცვლით პროცესებში.

გლუკოზით და ფრუქტოზით მდიდარია ვაშლი (10—20%), ყურძენი (10—30%), ლეღვი, ხურმა (23%), მსხალი, ქლიავი (6—16%), მარწყვი, მოცხარი (5—10%) და სხვა ხილი. შაქრები საკმაო რაოდენობით გვაქვს ბოსტნეულშიც (ნიორი — 26%, ჭარხალი, ხახვი, სტაფილო — 9—10%, კომბოსტო — 5%).

საკმლის მონელების პროცესის წარმართვისა და ორგანიზმის მუავიანობის თანაფარდობის საჭირო დონეზე შენარჩუნებისათვის მნიშვნელოვანი როლი განეკუთვნება ორგანულ მუავებს, რომლებიც ხილის გარდა (ლიმონი, ალუბალი, ჭერამი, ქლიავი, ჟოლო, კოწახური, მოცხარი, მარწყვი) არც ერთ სხვა პროდუქტში არ მოიპოვება.

ხილი და ხილკენკროვანი არის კაროტინის,  $C^*$ , P, PP. და B ჯგუ-

\* ვიტამინი C დიდი რაოდენობითაა ასკილში (1500 მგ%), შავ მოცხარში (300—400 მგ%), ჭაუცში (200 მგ%), ლიმონში (90 მგ%), ფორთოხალსა და ვაშლში (40—50 მგ%).

ფის ვიტამინების, მინერალური (კალიუმის, კალციუმის, რკინის, ფოსფორის) მარილების, აგრეთვე არომატული, მთრიმლავი (კომში, ვაშლი, მსხალი, ბროწეული, ხურმა, მოცვი) და პექტინური ნივთიერებების (ფორთოხალი, ჭერამი, ვაშლი) წყარო.

სწორედ ბუნების მიერ ბოძებული ასეთი სიკეთის გონივრულად გამოყენებისაა კენ მოგვიწოდებს ექიმი და ლოგიაკა.

მხოლოდ კარგად უნდა გვახსოვდეს, რომ ხილი გულდასმით, რამდენჯერმე უნდა გაირეცხოს მავნე მიკროორგანიზმებისა და შხაპი-მიკატების მოსაცილებლად.

#### 49. „სისხლივით ძლავს ფოთოლი ვაზის...“

ჩვენი სიცოცხლის საფუძვლის — ფოტოსინთეზის ძირითადი განმაპირობებელი პიგმენტის — ქლოროფილის გარდა, მცენარეთა ფოთლებში გვაქვს სხვა შეფერილი პიგმენტებიც, კერძოდ, ნარინჯისფერი კაროტინი (სტაფილოს ფერის მიმცემი) და ყვითელი ქსანტოფილი; მაგრამ მათი შეფერილობა დათრგუნვილია ქლოროფილის ძლიერი მწვანე ფერით. შემოდგომაზე, როდესაც ქლოროფილი თანდათან იშლება და იკლებს, თავს იჩენს კაროტინისა და ქსანტოფილის შეფერილობა.

რაც შეეხება ზოგიერთი მცენარის ფოთლების კიდევ უფრო უჩვეულო — მეწამულ წითელ, იისფერ და მოლურჯო შეფერილობას, მისი გამომწვევი მიზეზია მცენარის უჯრედოვან წვენში გახსნილი განსაკუთრებული მღებავი ნივთიერებები — ანტოციანები და კაროტინოიდები, რომლებიც პლასტიდებში (ქრომოპლასტებშია) თავმოყრილი.

საინტერესოა აღინიშნოს აგრეთვე, რომ დიდ სიღრმეზე აღმოცენებული წყალმცენარეების წითელ ან მურა შეფერილობას განსაზღვრავს მათში ე. წ. ფოტოერიტრინებისა და ფუკოსანტინის არსებობა.

#### 50. „ზოგჯერ სიკეთის იხვევას, ზოგჯერ მძნელია აპისა!“

ამა თუ იმ ცხოველისათვის დამახასიათებელ სუნს განსაზღვრავს მათ მიერ გამოყოფილ ოფლში შეცული ორგანული ნივთიერებები, ძირითადად კი შარდოვანას დაშლის შედეგად მიღებული ამიაკი. მაგრამ ცხოველებს საოფლე ჭირკვლები ყოველთვის ტანზე არა აქვთ განლაგებული. ვის არ უნახავს, მაგალითად, რა ენერგიულად აორთქლებს ძალი ოფლს ენიდან! რაც შეეხება კატას, მას ოფლი მხოლოდ თათებს შორის გამოეყოფა და ისიც შედარებით მცირე რაოდენობით, რის გ-

იმოც ტანზე სუნი არ აქვს და ამიტომ შეუძმჩნევლად ეპარება საკბილოს. საინტერესოა ისიც, რომ შთამომავლობის გამოჩეკის პერიოდში იხვს საერთოდ ეკარგება სუნი. ამ დროს იგი გარინდებული ზის ბუდე-ში კვერცხებზე და მისი ადგილსამყოფელის აღმოჩენა ძალის მგრძნობიერ ყნოსვასაც არ შეუძლია.

გამოდის, რომ ბუნება მტარვალსაც ენმარება და მსხვერპლად განწირულსაც! ალბათ ასეა საჭირო — გოეთეს სიტყვებით რომ ვთქვათ — „ბუნება ყოველთვის მართალია“, ვაჟამ კი ეს აზრი მაღალმხატვრულად გამხატვა:

„ბუნება მბრძანებელია,  
იგივ მონაა თავისა,  
ზოგჯერ სიკეთეს იხვევავს,  
ზოგჯერ მქნელია ავისა;  
... მაინც კი ლამაზი ირის,  
მაინც სიტურფით ჰყუავისა“

#### 51. „ციცინათელა“

ბოლო წლებში გულდასმით ჩატარებულმა გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ციცინათელას ლუმინესცენტური ნათება არა მარტო სანახაობრივად არის შიშხიდველი. მის მანათობელ ორგანოში, რომელიც გამჭვირვალე ქერცლის საფარის ქვეშ არის მოთავსებული, თურმე მეტად საინტერესო რეაქცია მიმდინარეობს: სასუნთქი შილაკებით იქ მცირე დაყოვნებებით მიეწოდება ჟანგბადი, რომელიც ჟანგავს სპეციალურ ნივთიერებას — ლიუციფერინს. წვის პროცესის შედეგია სინათლის გამოსხივება.

გამოირკვა ისიც, რომ ამ დროს იმპულსის მიმცემია ფერმენტი — კატალიზატორი ლიუციფერაზა — აღენოზინტრიფოსფატის („ატფ“) მონაწილეობით. ეს უქანასკნელი კი, როგორც ცნობილია, ყოველ ორგანიზმში გვევლინება ენერჯის უნივერსალურ დამგროვებლად.

პროცესის მექანიზმის გახსნამ საშუალება მისცა მეცნიერ-მკვლევარებს — ციცინათელას პრეპარატი გამოეყენებინათ ორგანიზმის ცხოველყოფილობის, კერძოდ, გულის კუნთის კვებისათვის საჭირო ნაერთის ატფ-ის შემცველობის განსასაზღვრავად ცოცხალ ქსოვილებში, ორგანულ ნივთიერებებში და, მაშასადამე, ადამიანის სისხლშიაც, რაც მთოკარდის ინფარქტის დიაგნოსტიკის საიმედო საშუალებად იქნა აღიარებული.

ასე რომ, ციცინათელამ, საბედნიეროდ, გააქარწყლა ჩვენი დიდი პოეტის სინანული.

სიმღერა კი ისევ რჩება სიმღერად!

ტყვიის საკმარისზე მეტი შემცველობა ყოველივე ცოცხალ (და მით უმეტეს — ადამიანის) ორგანიზმში მრავალმხრივ არის გააბრბობული არა მარტო ამ ელემენტის გავრცელებით ბუნებაში, არამედ ავტომანქანების გამოხაზვით აირების მიზეზითაც. საკმარისია ითქვას, რომ ქალაქის მაცხოვრებელი ყოველდღიურად 15—20 მგ ტყვიას ჩაისუნთქავს; აქედან ნახევარი რჩება ორგანიზმში და გროვდება ძირითადად ღვიძლსა და თირკმლებში, ამასთანავე იღეჭება ძვლებში ტყვიის უხსნადი სამფუძიანი ფოსფატის სახით. საკმაო კონცენტრაციის მიუხედავად, ტყვია ჩვეულებრივად არ გამოამყლავნებს ხოლმე თავის ავზნეს ადამიანის მთელი სიცოცხლის მანძილზე. მაგრამ ზოგჯერ მოულოდნელად იჩენს თავს მისი მგლური ბუნება. რა უნდა იყოს ბიძგის მიმცემი ამ საქმეში?

სწორედ ამ მრავალმხრივ მნიშვნელოვანი და საინტერესო მექანიზმის გახსნა შესძლეს ქართველმა მედიკოსებმა. აღმოჩნდა, რომ „ტყვიის გასროლას“ იწვევს... ორგანიზმში ჟანგბადის ხანგრძლივი უკმარისობა! საფიქრებელია, რომ ტყვია სისხლში გადადის არა მარტო ღვიძლისა და თირკმლის „მარაგიდან“, არამედ ძვლებიდანაც, სადაც უხსნადი სამფუძიანი ფოსფატი გარკვეულ პირობებში გარდაიქმნება ხოლმე წყალში ხსნად ორფუძიან ფოსფატად.

ტყვიის იონების სისხლის პლაზმაში გადასვლა იწვევს სისხლის წითელი ბურთულების (ერითროციტების) ნორმალური ცხოველმყოფელობის დარღვევას, გულის უკმარისობის განვითარებას, აგრეთვე ცვლილებებს ღვიძლსა, თირკმლებსა და თავის ტვინში.

დადგენილია ისიც, რომ ეს საბედისწერო შედეგები შეიძლება თავიდან ავიციდინოთ, თუ დროულად გამოვრიცხავთ ჟანგბადის უკმარისობასა და ორგანიზმის მქავეიანობის გამომწვევ მიზეზებს.

ამ მხრივ არამცირე როლი განეკუთვნება გამაჯანსაღებელ ვარჯიშსა და ორგანიზმის გაკაუებას როგორც ახალგაზრდობაში, ასევე ხანდაზმულობაში.

ვენდოთ ხალხის სიბრძნეს და გამოცდილებას:

„მგელი არ მოშლის მგლობასა,  
კაი ყმა — ვაჟკაცობასა.“

### 53. „წყალში ვღაბავარ, ცაცხლი მიკიდიან!“

ოკეანის ანაბარა დარჩენილი ადამიანი თითქოს არ უნდა იღუბებოდეს, კერძოდ, წყლის უკმარობის გამო, მაგრამ აქ ერთი გარემოება გასათვალისწინებელი:



ჩვენი ორგანიზმი 1% მარილებს შეიცავს; მათ კონცენტრაციას მკაცრად არეგულირებს თირკმლები. ოკეანის წყალში კი 4%-მდე მარილებია; ასეთი წყლის დაღევა, ცხადია, ნაცვლად ნამუშევარი ნივთიერებების („წილების“) გამორეცხვისა, თვით ანაგვიანებს ორგანიზმს მარილებით. მათ გამოსაყვანად თირკმელი იძულებულია გამოიყენოს ორგანიზმში შეცული წყალი, რაც იწვევს მის გაუწყლოებას. ყველაზე ძნელად ამას იტანს ტვინის უჯრედები — იწყება ფსიქიკის აშლა, ჰალუცინაციები, ბოდვა; თავის მხრივ, თირკმლების გადატვირთვასა და ორგანიზმის გადაცივებასაც შეუძლია ადამიანის დაღუპვის მიზეზი გახდეს.

ამიტომ არის, რომ საზღვაო წესდება კატეგორიულად კრძალავს ზღვის წყლის გამოყენებას დასაღევად.

— . —



## VI. ქიმიკა ჩვენ გარშემო

### 54. ქიმიის გავლი და ზურისძიება

აღწერილი ფაქტისათვის ალბათ უფრო შესაფერისი იქნებოდა სათური — „ბუნების ზურისძიება“, ვინაიდან ეს არის ერთ-ერთი (და, სამწუხაროდ, არა ერთადერთი) მაგალითი იმისა, თუ რარიგ არ აპატიებს ადამიანებს ბუნება უკულტუროდ მუშაობას, ქიმიისადმი უპასუხისმგებლო, ხოლო ბუნებისადმი უსულგულო დამოკიდებულებას.

ქალაქი, რომელშიაც ურნალისტი იმყოფებოდა, მაღალგანვითარებული ქიმიური ინდუსტრიის ისეთ რაიონშია, სადაც მრეწველობა დიდი რაოდენობით ხმარობს სინთეზურ გამრეცხ საშუალებებს. საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ გამრეცხ საშუალებათა პრობლემა, ეს ერთი ხანია, ძალიან მწვავედ დგას. კაცობრიობის მოთხოვნილება ამ მხრივ ისე ძლიერ იზრდება, რომ მისი დაკმაყოფილება ბუნებრივი რესურსებით — მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ცხიმების საფუძველზე დამზადებული საპნებით შეუძლებელი ხდება. ევროპის მთელი ტერიტორია რომ ზეთოვანი კულტურებით დაითესოს, ამ მოთხოვნილების ნახევარსაც ვერ დააკმაყოფილებს. ქიმიამ გამოიწვია აღნიშნული პრობლემის გადაჭრის გზა და ამჟამად მილიონობით ტონა გამრეცხი საშუალებები სწორედ ქიმიურად მიიღება. მარტო აშშ ყოველწლიურად ორ მილიონამდე ტონა ხელოვნურ საპნებს ხმარობს. მაგრამ ადამიანს მხედველობიდან გამორჩა ერთი მეტად მნიშვნელოვანი გარემოება: ბუნებას არ აღმოაჩნდა საშუალება უვნებელყოს ის სინთეზური მასალები, რაც გამრეცხ წყლებს მიჰყვება.

მაშასადამე, ვიდრე რაიმე ახალ საშუალებას გამოვინახავთ, ჯერ ბუნებას უნდა დავეკითხოთ — მისაღებია თუ არა იგი მისთვის?

ბუნების შურისძიების შედეგია აღწერილი შემთხვევაც. ვიდრე საბნები ბუნებრივი ცხიმებისაგან მზადდებოდა, ნარეცხ წყლებს ბაქტერიები ჩქარა უვნებელყოფდნენ — ორიოდ კილომეტრის მანძილზე მდინარე უკვე სუფთა ხდებოდა. მაგრამ, აი, წყალს შეერია უცხო ხელოვნური ნივთიერება, მისი შთანმქმელი ბაქტერიები კი ჯერ არ შექმნილა; მაშასადამე, საბნის ნარჩენი აღარ შთაინთქმება, იგი რჩება წყალში და მდინარე მოდის ქაფიანი, ონკანშიც ქაფიანი წყალია! შევლა არსაიდანაა! ეს კი ნამდვილი უბედურება!

ფრთხილად ხელოვნურ საშუალებებთან ქიმია არავის გვაპატიებს უყურადღებოდ მოქცევას!

### 55. დაავადებული წიგნი

ხელნაწერებისა და წიგნების მოვლა-პატრონობა დიდმნიშვნელოვანი საქმეა, ვინაიდან მათი მეშვეობით მსჯელობენ ხალხთა კულტურულ დონეზე. წიგნი იყო, არის და იქნება ადამიანთა მიერ მოპოვებული ცოდნის გავრცელებისა და საერთოდ პროგრესის ძირითადი საშუალება.

ამიტომაა, რომ წიგნსაცავთა მესვეურები უდიდეს ყურადღებას უთმობენ მათი მზრუნველობის ქვეშ მყოფი წიგნების, ყურნალებისა და სხვა ნაბეჭდი პროდუქციის დაცვას, მომავალი თაობებისათვის შენახვას. წიგნს კი ბევრი უჩინარი მტერი ჰყავს — სხვადასხვა სოკო, ჰაერში მყოფი მანე ნივთიერებები, და, ბოლოს — თვით მელანი, სალბავი და სხვ., რომლებიც წლებისა და საუკუნეების მანძილზე უმოწყალოდ აზიანებენ ქაღალდს. კულტურის რამდენი უძვირფასესი საგანძური განადგურებულა და ამჟამადაც იღუპება ამ თითქოსდა უხილავი, მაგრამ ვერავი მტრების მიერ!

ამიტომ გასაგებია წიგნის მცველთა უაღრესი სიფრთხილე, რომ წიგნსაცავში შემთხვევით არ მოხვდეს არასასურველი „სტუმარი“. ასეთები კი თურმე ახალთახალ წიგნებზედაც შეიძლება იყოს; ამიტომ ითვლება აუცილებლად მათი შემოწმება, ვიდრე წიგნის თაროზე მიუჩენდნენ ადგილს.

### 56. ფოსფორიანი სასუქის გამოცანა

იმ მოულოდნელმა გარემოებამ, რომ შუა რუსეთის ზოგიერთ ნიდავში ფოსფორის სასუქის შეტანამ ქერისა და ჰეავის მოსავლიანობის გაზრდის მხრივ არავითარი შედეგი არ გამოიღო, ბევრი გამოჩენილი მეცნიერი და პრაქტიკოსი-აგროქიმიკოსი სკეპტიკურ დასკვნამდეც კი

მიიყვანა — ამ სასუქის არასაჭიროების შესახებ ნიადაგისათვის. დ. მენდელეევის რაციონალური გონება კი მალე ჩასწვდა ამ თითქოსდა პარადოქსული მოვლენის არსს: — ალბათ ეს ნიადაგები ისედაც მომეტებული რაოდენობით შეიცავს ფოსფორს, ამიტომ ასეთი სასუქის დამატებით შეტანა ეფექტს არ მოგვეცემდაო! — დაასკვნა მან.

ამ მოსაზრების სამართლიანობა სავსებით დაადასტურა ნიადაგის ქიმიურმა ანალიზმა —  $P_2O_5$ -ის შემცველობა მასში საკმაოდ მაღალი — 60 მგ-ზე მეტი აღმოჩნდა (ნიადაგის 100 გ მშრალ ნაშთზე გადაანგარიშებით).

#### 57. საკმარისი უკმარისობა

რაც შეეხება ჰვავის მოსავლის შემცირებას აზოტის სასუქის თითქოსდა საკმარისობის დროს, მისი ახსნა გამოჩენილ მეცნიერს არ შეეძლო აგროქიმიური მეცნიერების მაშინდელ მიღწევათა საფუძველზე.

ამჟამად ითვლება, რომ აზოტი არა მარტო მონაწილეობს მცენარის მასის შექმნაში, არამედ ხელს უწყობს და მიკრობაქტერიების მოქმედების შედეგად განაპირობებს ნიადაგში არსებული აზოტის მარაგის მობილიზაციას მოსავლის ფორმირების საქმეში.

მაგრამ თუ ეს მარაგი მცირეა და იგი არ შეივსო, ხოლო ამინდმა ხელი არ შეუწყო ბაქტერიების ცხოველმოქმედებას, ნიადაგში აზოტის დეფიციტი შეიქმნება. როგორც დ. მენდელეევის ჩანაწერებიდან ჩანს, 1867 წელს, კარგი მორწყვის პირობებში, ხელოვნური აზოტის სასუქის ფონზე ჰვავმა ინტენსიურად გამოიყენა ნიადაგის აზოტის მარაგი. 1869 წელს ნიადაგში აზოტი არ შეუტანიათ იმ მოსაზრებით, რომ წინა წელს შეტანილი აზოტი სავსებით საკმარისი უნდა ყოფილიყო კარგ მოსავლის მისაღებად.

მაგრამ იმის გამო, რომ ბოლო წლის ზაფხული მშრალი და გვალვიანი გამოდგა, ბაქტერიების მიკრობიოლოგიური მოქმედება ნიადაგში დათრგუნვილ იქნა, რის გამოც აზოტის მარაგის აღდგენა მასში აღარ მოხდა. ამან გამოიწვია აზოტის უკმარისობა („სიმშლი“) და მოსავლიანობის შემცირება.

#### 58. რატომ მფინილდება გოსტნეული?

ბოსტნეული რძის მჟავას, მართლაც, არ შეიცავს. მაგრამ მასზე მრავლად არის რძისმჟავას ბაქტერიები. შესაფერის გარემოში ეს ბაქტერიები სწრაფად მრავლდებიან და იწვევენ შაქრის გადაქცევას რძის მჟავად; ეს კი, თავის მხრივ, ბოსტნეულის დამწინილებისა და დამარილების პირობას ქმნის.

მაგრამ საიდან აიღება შაქარი? ყველამ იცის, რომ ბოსტნეულში იგი საქმაო რაოდენობით ვეპქეს — სახამებელთან, პექტინურ და სხვა ნივთიერებებთან ერთად (იხ. ცხრილი 1).

ამიტომ არის, რომ შეწვის ან მოხარშვის შემდეგ ხახვი ტკბილდება: თბური დამუშავებით მწარე გემოს მქონე ალკალოიდები ორთქლდება, ხოლო შაქარი რჩება.

ცხრილი 1

ბოსტნეულის შედგენილობა

ბოსტნეული	შედგენილობა, %				ვიტამინების შემცველობა, მკ/100 გ		
	წყალი	ცილა	ნახშირ- წყლები (შაქრები)	მინერალუ- რი ნივთი- ერებები	B <sub>1</sub>	ნიკოტინის მჟავა	C
სტაფილო	88,0	1,3	8,7	1,0	0,05—0,18	0,2—1,5	1,0—15
ქარხალი	86,0	1,5	10,4	1,0	0,037	0,55	3,0—15
ნიორი	64,7	6,8	26,6	1,4	—	0,235	1,0—10
ხახვი	85,5	2,5	10,5	0,7	0,025	0,15	5,0—20
კომბოსტო	90,0	1,8	5,3	1,2	0,048	0,4	30
შეაუნა	90,4	3,0	3,6	1,5	—	—	60
კიტრი	96,6	0,7	1,3	0,5	0,5	0,225	20—20

59. „ჭურის ვაშლი“

დამეთანხმებით, რომ ჭირნახულისა და, კერძოდ, ხილის ხანგრძლივად შენახვა დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობის პრობლემაა; ამ მიმართულებით ბევრი კვლევა ტარდება, მაგრამ სირთულის გამო ჯერ კიდევ ვერ მოხერხდა სრულყოფილი მეთოდების მიგნება.

შენახვის დროს იცვლება ნაყოფის როგორც ქიმიური, ისე ფიზიკური თვისებები. ხილის სიცოცხლისუნარიანობაზე გავლენას ახდენს სუნთქვის ინტენსივობა, რასაც ჭერქში ჰაერის შეღწევის უნარი განსაზღვრავს.

ზოგიერთი ნაყოფის ჭერქში ამ დროს უფრო შაქარი და „C“ ვიტამინი იხარჯება, შიგნით კი მჟავები. აორთქლება ზედაპირიდან უფრო ინტენსიურად ხდება. ეს აუარესებს ნაყოფის ხარისხს — იგი ჰკნება, კლებულობს წონაში, ეცვლება გემო და სხვ.

მეცნიერები ბოლო ხანებში იმ დასკვნამდე მივიდნენ, რომ ნაყოფის იზოლირების ნაცვლად (გაქონილი და იოდინით გაუღენთილი ქაღალდით, აგრეთვე ცელოფანით ან პოლიმერული აფსკებით შეფუთვა,

პარაფინის სანთლით, სხვადასხვა ემულსიებით დაფარვა, სხვადასხვა პრეპარატის გამოყენება, ტორფში, ხის ბურბუშელაში შენახვა და სხვ.), უკეთესია განსაზღვრული შედგენილობის ატმოსფეროს გამოყენება; მასში უნდა იყოს აქტიური კომპონენტები — ჟანგბადი და ნახშირორჟანგი, აგრეთვე არააქტიური აზოტი.

უნდა ვიფიქროთ, რომ მიახლოებით ამ შედგენილობის გარემო იქმნება ჩვენებურ უბრალო ჭურში ვაშლის შენახვის დროს, მაგრამ ალბათ ზოგიერთი სპეციფიკური პირობების დაცვის შემთხვევაში.

რასაც მეცნიერებმა სულ ახლახან მიაკვლიეს, ხალხის სიბრძნე და გამოცდილება კარგა ხანია შეუცნობლად იყენებს; ამაში, იმ ზამთრის დილას, ერთხელ კიდევ დამარწმუნა „ჭურის ვაშლის“ შესანიშნავმა გემომ და სურნელებამ.

#### 60. რატომ არ ფითქვება აბმოსფერო?

ეს კითხვა არცთუ ისე უსაფუძვლოა: ყველა გაანგარიშება იმაზე შეტყველებს, რომ დედამიწის ატმოსფეროში დიდი რაოდენობით უნდა იყოს მეთანი. სინამდვილეში კი კაცობრიობა ამ საშიშროებისაგან დაზღვეულია. ვისი წყალობით? ამ მხრივ ჩვენ თურმე დიდად ვართ დაველებული ზოგიერთი ბაქტერიის უნიკალური თვისებით — დიდი რაოდენობით შთანთქმან ეს საშიში აირი.

ასეთ დასკვნამდე მივიდნენ საბჭოთა მეცნიერები ამ ოციოდე წლის წინათ. მას შემდეგ „მეხანძრე ბაქტერიების“ შესწავლა გაცხოველებით მიმდინარეობს.

#### 61. მხუთავიცა და... ვერაგიც!

„მხუთავი აირით“ მოწამვლა არა მარტო ჟანგბადის მკვეთრ უკმა-რისობას იწვევს, რასაც მძიმე სიმპტომები ახლავს თან; იგი დამლუპველად მოქმედებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზედაც როგორც უშუალოდ, ასევე არაპირდაპირი გზით. სწორედ ეს არის მიზეზი დაზარალებულის ნებისყოფის იმდენად უჩვეულო მოღუენებისა, რომ, საშიშროების მიუხედავად, იგი ვერა და ვერ თმობს მოწამლულ გარემოს!

გასათვალისწინებელია ამ აირის სხვა თავისებურებაც: ზოგს მიაჩნია, რომ იგი მხოლოდ მომეტებული ( $> 1$  მგ/ლ) კონცენტრაციის დროს არის საშიში და მოსარიდებელი. მაგრამ დადგენილია, რომ მისი მცირე (0,2—0,4 მგ/ლ) შემცველობაც კი ჰაერში საკმაოდ ავისმქმნელია — ამ დროს მას შეუძლია ჰემოგლობინის 30—40% შებოჭოს, და, მასასადამე, ამდენადვე შეამციროს ორგანიზმის ჟანგბადით მომარაგება.

აქედან გასაგებია — რა დიდი სიფრთხილე გვმართებს ამ ვერა-  
გი აირის მიმართ, მით უმეტეს, რომ იგი ყოველ ნაბიჯზეა ჩასაფრებუ-  
ლი — ავტომატური ნაბიჯების გამოწვევით იქნება ეს, გაზქურის ნამწვი  
აირები, თამბაქოს ბოლი, თუ სხვა ამგვარი!

## 62. სად მდებარეობს ელემენტის ატომთა რაოდენობა?

ის გარემოება, რომ ელემენტის ატომი იონად გარდაქმნის შედე-  
გად იცვლის მოცულობას, თითქოს თავისთავად ივლისსხმება; ნატრი-  
უმის ატომის რადიუსი, მაგალითად,  $1,77$  ანგსტრეშია, ხოლო იონისა —  
 $0,87\text{\AA}$ . ქლორის ატომისათვის პირიქით გვექნება ( $0,62$  და  $1,22\text{\AA}$ ). მაგ-  
რამ ეს იმას არ ნიშნავს, რომ მათი სინთეზის შედეგად წარმოქმნილი  
ნაერთის —  $\text{NaCl}$ -ის მოლეკულის მოცულობა ამ ორი იონის მოცუ-  
ლობათა ჯამი შეიძლება იყოს. ურთიერთმიზიდულობათა გამო, იმავე  
 $\text{NaCl}$ -ის მოლეკულაში ნატრიუმისა და ქლორის ელემენტთა ატომები  
(უფრო სწორად — იონები) სივრცეში უფრო მჭიდროდ შეიძლება  
იყოს განლაგებული, ვიდრე მარტივ ელემენტში გვაქვს. ეს განსხვავება  
განსაკუთრებით მკვეთრად ჩანს, თუ ელემენტი ჩვეულებრივ პირობებ-  
ში აირად მდგომარეობაშია, ნაერთი კი მყარია.

ბერთოლეს მარილის  $1$  სმ<sup>3</sup>, მაგალითად,  $3,4 \cdot 10^{22}$  უანგბადის იონს  
შეიცავს\*, მაშინ, როდესაც აირადი უანგბადის იმავე მოცულობაში  
(ნორმალურ პირობებში)  $630$ -ჯერ ნაკლები ატომია ( $5,4 \cdot 10^{19}$ ).

## 63. ჩვენი პლანეტის ყველაზე გავრცელებული ელემენტი

ჩვენ სამართლიანად ვამაყობთ იმით, რომ ადამიანი კოსმოსში აიჭ-  
რა და მთვარესაც კი მისწვდა, მაგრამ, მეორე მხრივ, არაფერს ვამბობთ  
იმის შესახებ, რომ ამავე დროს უძლურნი ვართ გავცეთ პასუხი — რა  
ხდება ჩვენს ფეხქვეშ თუნდაც რამდენიმე ათეული კილომეტრის სი-  
ღრმეზე ამიტომ, როდესაც ბუნებაში ელემენტების გავრცელებაზე  
ვლაპარაკობთ, იძულებული ვართ ერთგვარ პირობითობაზე წავიდეთ,  
ვიმსჯელოთ მხოლოდ დედამიწის თხელი ქერქის — ლითონფეროს შე-  
სახებ დაახლოებით  $16$  კმ სიღრმეზე, ატმოსფეროს მიმდებარე ფენისა  
და ჰიდროსფეროს ჩათვლით. ათეული ათასი ანალიზის შედეგების გან-  
ზოგადებით მიღებულია დედამიწის ქერქის ის საშუალო შედგენილო-  
ბა, რაც უკვე იყო აღნიშნული. მაგრამ, როგორც იტყვიან, ეს ხომ წვე-

\* გათვლა ხდება შემდეგნაირად: ნივთიერების გრამატომი შეიცავს  $6,02 \cdot 10^{23}$   
ატომს. მაშასადამე,  $1$  სმ<sup>3</sup> მოცულობაში გვექნება:  $N = \frac{\rho}{M} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ , სადაც  $\rho$  — უფრო

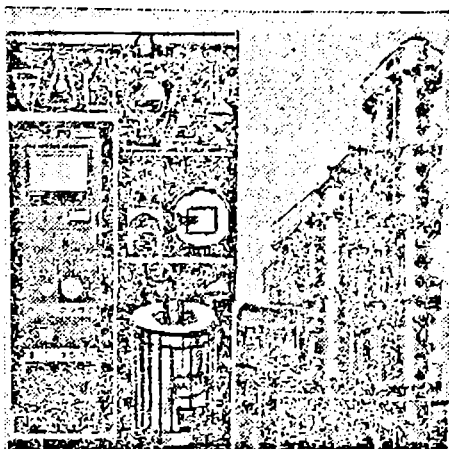
წონა,  $M$  — მოლეკულური მასა.

თია ზღვაში დედამიწის მთელ მოცულობასთან შედარებით? ამიტომ მეცნიერები გამოძინარეობენ იმ მონაცემებიდან, რომ 2900 კმ სიღრმეში მდებარე დედამიწის გულის შემდგენელი ნივთიერების კუთრი წონა 11-ს უნდა აჭარბებდეს. ეს გვაძლევს საფუძველს დავასკვნათ, რომ იგი უმთავრესად რკინისა (90,7%) და ნიკელისაგან (8,5%) შედგება. თუ ეს ასეა, ცხადია, რომ ჩვენი პლანეტის ყველაზე გავრცელებული ელემენტი ყოფილა რკინა! ასეთი ვარაუდი საფუძველს მოკლებული არ არის. ასე, მაგალითად, გეოქიმიის ერთ-ერთი ფუძემდებლის აკად. ა. ფერსმანის გაანგარიშებით, დედამიწის საშუალო შედგენილობა ამგვარადაა მოცემული: რკინა — 37,04%; უანგბადი — 28,56%; კაუბადი — 14,47%; მაგნიუმი — 1,03%, ნატრიუმი — 2,96% და ა. შ. მაშასადამე, დედამიწის მთელი მასისათვის რკინა პირველ ადგილზეა. ვარაუდობენ, რომ მიწის გულში ლითონები მათი ჰიდრიდების სახით შეიძლება გვექონდეს.

მაგრამ აქვე უნდა დავძინოთ, რომ, ზოგიერთი საბჭოთა მეცნიერის აზრით, დედამიწის გული არა ლითონებისაგან, არამედ ქვიანი ქანებისაგანაა შედგენილი. ეს ქანები, იქ არსებული დიდი წნევების ზეგავლენით (1,4—3 მლნ ატმ) განსაკუთრებულ მკვრივ მდგომარეობაშია და ამიტომ შეიძლება არანორმალურად დიდი კუთრი წონა ჰქონდეთ.



VII. რაბლოპ-  
 ზობისი  
 რა  
 საამქრო-  
 ებში



64. რაბლოპისიტიის ურჩობა

ტყიბულის ფისოვან ფიქლებს — რაბლოპისიტებს მართლაც ახასიათებს ასეთი უცნაურობა: თუ ჰინჯს ნელა ვახურებთ ( $\sim 2^\circ/\text{წთ.}$ ), იგი... არ ღღვება, სწრაფად ვახურებისას ( $\sim 10^\circ/\text{წთ.}$ ) კი... ღღვება! ეს თვისება აღმოჩენილი და შესწავლილია ქართველი მეცნიერი-ქიმიკოსის პროფ. პ. ცისკარიშვილის მიერ. მანვე დაადგინა, რომ პირველ შემთხვევაში (ნელა ვახურებისას) რაბლოპისიტის ნაწილაკები კარგავენ აქროლად შემდგენლებს და იკოქსებიან (მყარდებიან), სწრაფად ვახურებისას კი ეს ნაწილაკები დაკოქსევის ველარ ასწრებენ და... რაბლოპისიტი ღღვება!

სწორედ ამან გააკვირვა აკადემიკოსი ვ. ა. კარგინი (სინჯი მასთან იყო გაგზავნილი).

მიზეზი ამგვარი უცნაურობისა არის ის, რომ ამ ფისის სტრუქტურული გარდაქმნის თავისუფალი ენერგია არის 9000 კალ., მაშინ როდესაც ფაზური გარდაქმნის თავისუფალი ენერგია 25000 კალ. აღწევს.

ამ მოვლენას გარკვეული მნიშვნელობა აღმოაჩნდა პრაქტიკისათვის; როდესაც საკოქსე ნახშირის გროვა დიდხანს არის დაყოვნებული მზეზე, მისი წვრილი ნაწილაკები იკოქსება და საკოქსე ღუმელში შემდგომი ვახურებისას ნაპროვან კოქსად აღარ შეცხვება!

ვიდრე ავტომატიზაცია და მექანიზაცია ფართოდ დაინერგებოდა, კერძოდ, ფეროშენადნობთა წარმოებაში, კაზმის ჩატვირთვა ელექტროთერმულ ღუმელებში ხელით ხდებოდა. მელუმელებმა კარგად იცოდნენ, რომ ნესტიანი მადნის მიწოდებამ, წყლის მეყსეული აორთქლების გამო, აფეთქება და, მაშასადამე, გამლვალი კაზმის ამოსროლა შეიძლება გამოიწვიოს.

თვითონ განსაჯეთ: 350°-მდე გახურებული წყლის ორთქლი 160 ატმ-მდე წნევას ანეითარებს; ღუმელის ტემპერატურა კი 1800° აღწევს!

#### 66. ზამთარი, გოლოგია და... მსხვილფეხა საქონლის კვლევა

ამ მეოთხედი საუკუნის წინათ დამუშავებული იყო თეორია, რომლის საფუძველზედაც ჩამოყალიბდა ახალი; სასარგებლო დარგი ბიოგეოქიმიის სახელწოდებით. გამოიჩვენა, რომ მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმი მათთვის უწინარესად საჭირო ელემენტებთან ერთად მიწის წიაღიდან ითვისებს იქ მომეტებული ოდენობით გავრცელებულ სხვა ელემენტებსაც. ამგვარად, მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმში ზუსტად აისახება ამა თუ იმ ელემენტის ზედმეტობა ან ნაკლებობა აღებულ რაიონში. სათანადო ანალიზების მონაცემები არა მარტო ცხოველთა მკურნალობის სწორ გზებს სახავს, არამედ შესაძლებელს ხდის ვიწინასწარმეტყველოთ მანამდე უცნობი მინერალების არსებობაც.

ამ მეოთხედე დაყრდნობით ჩვენი ქვეყნის სხვადასხვა მხარეში აღმოჩენილი იყო ბევრი ძვირფასი წიაღისეული, რასაც უაღრესად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სახალხო მეურნეობისათვის.

სწორედ ამ გარემოებას გულისხმობდა პატივცემული პროფესორის საუბარი რადიოკომენტატორთან.

#### 67. მელგია, მარამ... იწვის!

ტიტანი რომ ჰაერზე, ზღვის წყალსა და სხვა დამჟანგველ გარემოში მედეგია, ეს სრულებითაც არ ნიშნავს იმას, რომ იგი მაღალ ტემპერატურებსაც კარგად უძლებს — მაღალი ტემპერატურები ხომ ძლიერ აჩქარებენ რეაქციის მიმდინარეობას! ლითონის ჭრის დროს კი დეტალის ტემპერატურა საკმაოდ იზრდება, რამაც შეიძლება ბიძგი მისცეს დაჟანგვის ინტენსიურ რეაქციას. ხოლო როდესაც წვა დაიწყება, მისი შეჩერება ძალიან ძნელია; სხვათა შორის, ასევე ენერგიულად იწვის რკინაც, თუ ამისათვის საჭირო პირობები შეიქმნება (გავიხსენოთ თუნ-

დაც გერმანული ტანკების წვა სპეციალური ამნთები სითხის მეშვეობით დიდი სამამულო ომის პერიოდში).

აღნიშნულის გამო, ტიტანის ქრით დამუშავება უკეთესია ვაწარმოთ ინერტული აირის დამცველ გარემოში.

#### 68. უცხოელი მცენიერის ლაბორატორიაში

საზომი ერთეულების ექვს ძირითად ცნებად „სი“ სისტემაში („სისტემა ინტერნაციონალური“), როგორც ვიცით, ამჟამად მიღებულია მეტრი, კილოგრამი, წამი, ამპერი, კელვინის გრადუსი, სანთელი. მაგრამ დასავლეთის ზოგიერთი ტექნიკურად განვითარებული ქვეყანაც კი სხვადასხვა მოსაზრებით პრაქტიკულ საქმიანობაში იძულებულია წინათ დამკვიდრებული ერთეულებით ისარგებლოს. კერძოდ, ამერიკა და ინგლისი, დანარჩენი მსოფლიოსაგან განსხვავებით, ფარენჰაიტის ტემპერატურული სკალით სარგებლობს, რაც გარკვეულ უხერხულობას ქმნის მეცნიერებისა და ტექნიკის სფეროში.

ფარენჰაიტის მიხედვით, ყინულის ღებობის ტემპერატურად მიღებულია 32°, წყლის დუდილისა 212°.

სწორედ ამ სკალით არის ნაჩვენები ტემპერატურა ჩვენ მიერ აღწერილ შემთხვევაშიც.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ —40° როგორც ფარენჰაიტის, ისე ცელსიუსის სკალით თანხდენილია, ხოლო 10°C ზუსტად უდრის 50°F. გადათვლა ხდება ფორმულით:

$$n^{\circ}\text{C} = \left(\frac{9}{5}n + 32\right)^{\circ}\text{F}$$

$$n^{\circ}\text{F} = \frac{5}{9}(n - 32)^{\circ}\text{C}$$

ასე რომ, 122—194°F უდრის 50—90°C; ამ ტემპერატურაზე წყალხსნარები, ცხადია, შეიძლება არსებობდეს.

რაც შეეხება 100°-იან აბაზანას, ეს „ჩვენებურად“ (ე. ი. ცელსიუსის სკალით) მხოლოდ 37,78° ნიშნავს; ასე რომ, აქ გასაკვირველი მართლაც არაფერია.

#### 69. რატომ არის არჩეული ძნელი გზა?

ამ შემთხვევაშიც იძულებული ვართ ძნელი გზა ავირჩიოთ, ვინაიდან ჩვენი გონება ჭერჭერობით ვერ ჩასწვდა იმ საიდუმლოს, თუ როგორ ზორციელდება ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმში წვა ასეთ დაბალ ტემპერატურაზე და ასეთი დიდი გამოსავლით.

სიტყვა მომავალ ქიმიკოსებს ეკუთვნით! ვინ იქნება მათში პირველი?

როგორც შემდეგ გამოირკვა, ასეთი უცნაურობის მიზეზი ყოფილა ის, რომ პროცესის განმსაზღვრელი რეაქციის დაწყებისა და მიმდინარეობისათვის საჭირო იყო განათება. სხვა ქარხნებში ეს შემთხვევით ხდებოდა და არავინ იცოდა, რომ იგი ესოდენ აუცილებელი პირობაა საწარმოო პროცესის წარმართვისათვის.

საერთოდ კი ფოტოქიმიური რეაქციები მეტად საინტერესო და მნიშვნელოვანია (გაიხსენეთ ქლორწყალბადმეყავას მიღების რეაქცია).

#### 71. არ მოჰმეღებს, მაგრამ... ფითხღება!

არც განზავებული და არც კონცენტრირებული აზოტმეყავა გაცხელების დროსაც კი არ მოქმედებს ტიტანზე. ამ მხრივ ერთადერთი გამონაკლისია მხოლოდ ე. წ. „წითელი მბოლავი აზოტმეყავა“ (92%  $\text{HNO}_3$ ; 6,5%  $\text{NO}_2$  და 1,5%  $\text{H}_2\text{O}$ ). ტიტანის ფხვნილი იმდენად ენერგიულად რეაგირებს მასთან, რომ აფეთქებაც კი შეიძლება გამოიწვიოს.

სწორედ ეს გარემოება ჰქონდა მხედველობაში უფროს მეცნიერ თანამშრომელს, როდესაც უმცროსი გააფრთხილა.

საერთოდ კი საჭიროა გვახსოვდეს, რომ ჩვეულებრივ პირობებში მდგრად ლითონთა მაღალი დისპერსიულობის ხარისხის მქონე ფხვნილები დიდ აქტივობას ამჟღავნებენ და ჰაერზეც შეიძლება აფეთქდნენ (მაგნიუმი, ცირკონიუმი და სხვ.).

#### 72. ჰიმიკოს-ბიქნოლოგთა ხელგაფლილოვა

ამ შეუსაბამობის მიზეზი უბრალო იძულებაა: მყარი სათბობის გიფიკაციის შედეგად მიღებული აირი დიდი რაოდენობით შეიცავს... მტვერს! 800—900°-მდე გახურებული აირისაგან მტვერის მოსაცილებლად სხვა ეფექტური საშუალება არ არსებობს, გარდა წყლით გარეცხვისა, რასაც სპეციალურ სკრუბერებში ახდენენ. ამ დროს აირი ძალაუვნებურად ცივდება 30—35°-მდე. აირის გადამუშავების შემდეგი საფეხური — კონვერსიის პროცესი მოითხოვს მის ხელახალ გახურებას 500° და ზოგჯერ უფრო მაღალ ტემპერატურამდე.

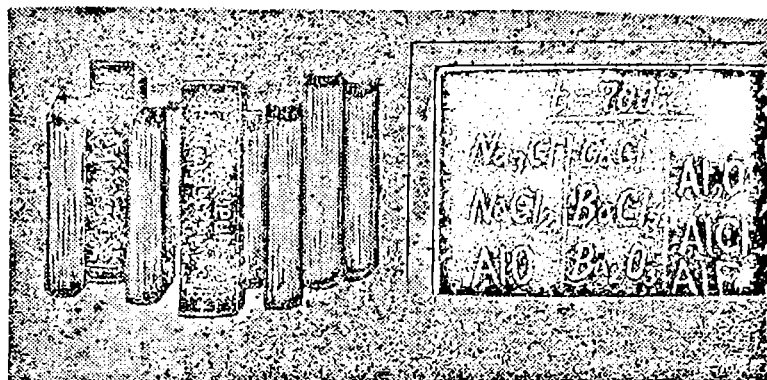
იყო ცდები, რათა  $\text{CO}$ -ს კონვერსია მოეხდინათ აირ-გენერატორიდან გამოსვლისთანავე მისი გარეცხვისა და გაცივების გარეშე, მაგრამ კატალიზატორის ფენა ისე ჩქარა იფარება მტვერით, რომ არამც თუ კონვერსიის პროცესი, არამედ საერთოდ აირის ღინებაც კი წყდება.

ვინაიდან ბუნებრივი აირი მტვერს არ შეიცავს, ამიტომ მას კონვერსიის წინ გაწმენდა აღარ სჭირდება.

თერმოდინამიკის მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე NO საერთოდ არ შეიძლება არსებობდეს. მაგრამ პრაქტიკულად იგი მაინც გვაქვს ატმოსფეროში. თეორიული და პრაქტიკული მონაცემების ასეთი „შეუსაბამობა“ მხოლოდ მოჩვენებითია. საჭიროა პროცესის კინეტიკის გათვალისწინება. NO, ცხადია, იშლება, მაგრამ ეს დაშლა ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე იმდენად ნელა მიმდინარეობს, რომ იგი პრაქტიკულად მდგრად ნაერთად შეიძლება ჩაითვალოს (გავიხსენოთ რკინის მაგალითი: ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე სუფთა სახით ისიც თითქოს არ უნდა გვკონდეს). ამ გარემოებით არის გამოწვეული აზოტის ქანგეულების თანაობა განსაკუთრებით ქალაქის ჰაერში: ავტომანქანის ძრავას გამონაშვშევარი აირების გაცივება ხდება სწრაფად, რის გამოც მასში მყოფი NO და ზოგიერთი სხვა ნაერთი აღარ იშლება და საკმაოდ დროის განმავლობაში რჩება ჰაერში მავნე მინარევების სახით.

მომუშავე ავტომანქანა წელიწადში საშუალოდ 800 კგ ნახშირის ოქსიდით, 115 კგ ნახშირწყალბადებით და 38 კგ აზოტის ქანგეულებით წამლავს ჰაერს.

— · —



## VIII. რაც სახელმძღვანელოში შეიძლება ვერ ვნახოთ

### 74. რამდენ ვალენტია ალუმინი და ბარიუმი?

როდესაც ამა თუ იმ რეაქციაზე ვმსჯელობთ, ვგულისხმობთ ისეთ გარემო პირობებს, რომლებიც დიდად არ განსხვავდება ჩვეულებრივისაგან (ოთახის ტემპერატურა, ნორმალური წნევა და სხვ.). სწორედ ასეთი პირობებისათვის არის დადგენილი, რომ ნატრიუმი ერთვალენტია, ხოლო კალციუმი და ბარიუმი — ორვალენტია. ბოლო ათეული წლების კვლევებით კი დამტკიცდა, რომ მაღალ ტემპერატურებზე ნივთიერებები საკმაოდ განსხვავებულ და ზოგჯერ მოულოდნელ თვისებებს გამოავლენენ ხოლმე.

2000°-ის ფარგლებში, მაგალითად, „ჩვეულებრივი“ ქიმიის თითქმის ყველა მახასიათებელი ქრება. შეიძლება ითქვას, რომ ამ ტემპერატურის ზევით სრულიად ახალი, საკმაოდ უცნობი და საინტერესო სამყარო გვაქვს.

განსაკუთრებით იცვლება ელემენტთა ვალენტობის ცნება. ალუმინი, რომელსაც ჩვენ მკაფიოდ გამოსახულ სამვალენტთან ელემენტად ვთვლით, ამ დროს ერთ-, ორ- და, ასე გასინჯეთ, ოთხვალენტია ნობასაც კი იჩენს ხოლმე. სარწმუნოდ ითვლება, მაგალითად, ნაერთების —  $Al_2O$ ;  $AlO$ ;  $AlF$ ;  $AlCl$  და სხვათა არსებობა.

ცდით დადგენილია, რომ სუფრის მარილის გახურების შედეგად მის ორთქლში  $NaCl$ -ის მარტივი მოლეკულების გვერდით უფრო რთულ  $Na_2Cl_2$ -ის ტიპის მოლეკულებსაც შეიძლება მივაკვლიოთ.

მწელი დასაჭერებელია, მაგრამ ამ ღროს თითქოს ისეთი უცნაური შედეგნილობის ნაერთებიც წარმოიქმნება, როგორცაა  $\text{Na}_3\text{Cl}$ ;  $\text{I}\text{NaCl}_2$ ;  $\text{CaCl}$ ;  $\text{BaCl}$ ;  $\text{BaCl}_3$ ;  $\text{Ba}_2\text{O}_3$ .

ასე რომ, ლექტორი არ შემცდარა სტუდენტის ცოდნის შეფასებაში.

#### 75. ალუმინის ჯავზანი

ალუმინი ქიმიურად გაცილებით უფრო აქტიური ლითონია, ვიდრე რკინა; მიუხედავად ამისა, ეს უქანასკნელი ნაკლებ მედეგობაში იჩენს; ამის მიზეზი კი, როგორც ვიცით, ის არის, რომ რკინის დაუანგვის შედეგად წარმოიქმნება ფხვიერი ქანგული, რომელიც ხელს არ უშლის დამჟანგველი აგენტის შეღწევას რკინის სუფთა ზედაპირამდე. რაც შეეხება ალუმინს, მისი ზედაპირი პერსზე, გამლდვალ მარილებში თუ სხვა დამჟანგველ არეში იფარება მკვრივი, გამკვირვალე და ქიმიურად მედეგი ქანგის ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ან სხვა ნერთის, მაგალითად, ფტორიდის ფენით. სწორედ ეს ფენა იცავს საიმედოდ ლითონის ძირითად მასას შემდგომი დაუანგვისა და საერთოდ კოროზიისაგან.

#### 76. ალუმინი იხსნება... გამოხდომი წყალში

ალუმინი (და პრაქტიკულად მაგნიუმიც) ჩვეულებრივ პირობებში რომ სუფთა წყალში არ იხსნება, ეს ყოველმა დიასახლისმა იცის. მაგრამ აი, ახალი ტექნიკის საკითხის შესწავლამ აჩვენა, რომ მაღალი ტემპერატურებისა და წნევის პირობებში ნივთიერებათა ბუნება ძირეულად განსხვავდება ჩვეულებრივად მიღებული და სახელმძღვანელოებში მითითებული თვისებისაგან.

კერძოდ, ატომგულური ქვაბების მუშაობის რეჟიმის დადგენისათვის წარმოებულმა კვლევებმა ცხადყვეს, რომ მაღალი ტემპერატურებისა ( $315^\circ$ ) და შესაბამისი წნევის პირობებში ალუმინსა და მაგნიუმს სუფთა წყალიც ისევე კარგად ხხნის, როგორც ძლიერ მჟავას სჩვევია.

#### 77. როდესაც ლითონი აზოტმჟავაგან წაალბას აქვევას

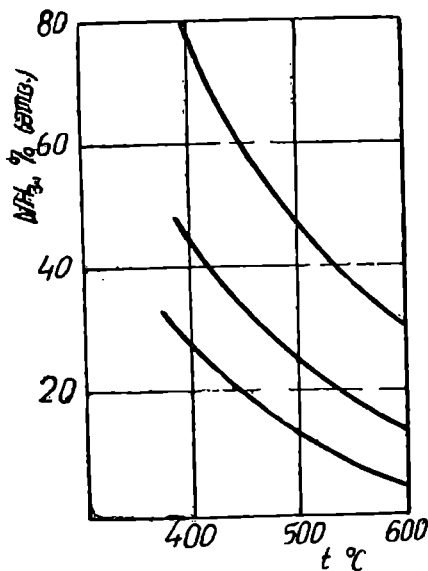
ლითონისა და აზოტმჟავას ურთიერთქმედების შედეგად წყალბადი რომ არ გამოიყოფა, ეს ჭერჭერობით სარწმუნოდ ითვლება. მაგრამ არც მეცნიერის კვლევის შედეგებს უნდა შევხედოთ უნდობლად, რადგან ანალიზის ზუსტი მეთოდების გამოყენებით მან მხოლოდ ის დაადგინა, რომ რეაქციის პროდუქტებში ნახული იყო წყალბადი. მაგრამ საიდან გამოიყოფა ეს წყალბადი — უშუალოდ აზოტმჟავადან ან იქ-

ნებ თვით ლითონიდან? მართლაცდა, გავიხსენოთ — როგორ ლითონს ხმარობდა მკვლევარი? — ელექტროლიზით მიღებულს. წყალხსნართა ელექტროლიზის დროს კი ლითონში უსათუოდ ჩაერთვება (და არც ისე მცირე რაოდენობით) წყალბადი. ასე, მაგალითად, მაღალი სისუფთავის ელექტროლიზური მანგანუმის ან ქრომის მიღების დროს ლითონში უსათუოდ არის ხოლმე მასთან ერთად კათოდზე განმუხტული საკმაო რაოდენობის წყალბადი. მანგანუმის ყოველი სმ<sup>3</sup> 100—200 მლ-მდე წყალბადს შთანთქავს. ამ აირის მოცილება კი ადვილი არ არის.

— მაშ რაღას ვამბობთ, რომ სუფთა ლითონი გვაქვს? — გაიკვირვებს ალბათ მკითხველი და მართალიც იქნება. მაგრამ შესაბამისი გადაანგარიშება გვიჩვენებს, რომ წყალბადის მცირე კუთრი წონის გამო ამ მინარევის წონითი პროცენტი უმნიშვნელო გამოდის (0,1—0,2%). თითქოს საკმაოდ სუფთა ლითონი გვაქვს, სინამდვილეში კი... ასეთი ლითონის აზოტმქვავაში გახსნისას, ცხადია, რომ რეაქციის პროდუქტებში წყალბადი საკმაო რაოდენობით გვექნება. სწორედ ეს გარემოება პქონდა მხედველობაში ლაბორატორიის ხელმძღვანელს.

საერთოდ კი უნდა შევნიშნოთ, რომ აზოტმქვავასა და ლითონების

ურთიერთქმედების საკითხი სხვადასხვა პირობებში ალბათ კიდევ მოითხოვს დაზუსტებას. ზოგიერთი მონაცემით, მაგნიუმი მართლაც აქვებს აზოტმქვავიდან წყალბადს.



78. უპითეისია დაბალი ტემპერატურა, პრაქტიკა კი ავჯოგინება მაღალს!

პროცესის მიმდინარეობის განსასაზღვრავად მართა ერთ ფაქტორზე (ჩვენს შემთხვევაში — ტემპერატურაზე) დაყრდნობა, ცხადია, მართებული არ იქნება. პრაქტიკაში უფრო მნიშვნელოვანია პროცესის მიმდინარეობის სიჩქარის ანუ მისი კინეტიკის გათვალისწინება. დაბალ ტემპერატურაზე, მართალია, ამიაკის პროცენტული შემცველობა წონასწორულ ნარევიში გაცილებით მეტია, მაგრამ ამ წონასწორული მდგომარეობის მიღწევას საკმაოდ დიდი

ამიაკის მაქსიმალური პროცენტი აირნარევიში სხვადასხვა ტემპერატურაზე (100, 760 და 1000 ატმ. პირობებში)



დრო სჭირდება. ტემპერატურის ამაღლება კი მნიშვნელოვნად ზრდის რეაქციის სიჩქარეს და ამ ტემპერატურის შესაბამისი წონასწორობა იმეყსეულად მიიღწევა, რაც პრაქტიკისათვის უფრო მიზანშეწონილია.

ამიტომ არის, რომ ამოკის სინთეზის რეაქცია 300 ატმ წნევის პირობებში ტარდება 500°-ზე და არა უფრო დაბალ ტემპერატურაზე.

#### 79. აირბანი... ერთმანეთს არ ერევა!

აირების ურთიერთშეურევლობა ჩვეულებრივი პირობებისათვის უცნობია. პირიქით, ითვლება, რომ აირები ერთმანეთს კარგად ერევა. მაგრამ მაღალი წნევები ძირეულად ცვლის ჩვენს ბევრ წარმოდგენას მოვლენათა არსზე და მათ შორის აირების ურთიერთშერევაზეც.

საბჭოთა მეცნიერების ი. კრიჩევსკის, პ. ბოლშაკოვისა და დ. ციკლისის გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ ზოგიერთი აირი ზემაღალ წნევებზე განშრევედება. მაგალითად, აზოტისა და ამოკის, ჰელიუმისა და ეთილენის, აგრეთვე ზოგიერთი სხვა ნარევები (მათი რიცხვი ამჟამად უკვე 30-ს აღემატება) მაღალ წნევებზე ურთიერთგანშრევედება. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში ამისათვის არც ისე დიდი წნევაა საჭირო. მაგალითად, ჰელიუმი და ეთილენი ამ საკვირველ თვისებას უკვე 100 ატმ წნევაზე ამჟღავნებენ.

#### 80. სტუდენტის ცოდნის უამოწყობის „ნეიტრონული მეთოდი“

როდესაც სტუდენტი საშუალოდ მაინც არის მომზადებული, არ შეიძლება არაფერი იცოდეს ერთადერთი გამონაკლისის შესახებ მოვლენათა საერთო ჯაჭვიდან.

აღებულ შემთხვევაში ასეთ გამონაკლისს წარმოადგენს ჰელიუმი: ყველა აქამდე ცნობილ ქიმიურ ელემენტს შორის იგი არის ერთადერთი, რომელთანაც ნეიტრონი არ ურთიერთქმედებს. ამის მიზეზია განსაკუთრებულად მაღალი ძალები, რომლითაც ჰელიუმის ატომგულში ნუკლონები ერთმანეთს უკავშირდება.

პროფესორმა, ცხადია, უცებ შეატყო, რომ სტუდენტმა ამის შესახებ არაფერი იცოდა.

#### 81. სად არის არგონის ადგილი პერიოდულ სისტემაში?

დ. მენდელეევიმა სწორად მიუჩინა არგონს ადგილი პერიოდულ სისტემაში, მაგრამ მას არ შეეძლო აეხსნა — რატომ ჰქონდა ამ ელემენტს ანომალურად დიდი ატომური მასა. აღნიშნულ საკითხზე პასუ-

ზის გაცემა მხოლოდ მეოცე საუკუნის ფიზიკის მიღწევებზე დაყრდნობით შეიძლებოდა — დ. მენდელეევის გარდაცვალებიდან თითქმის სამი ათეული წლის შემდეგ.

გამოირკვა, რომ არგონი წარმოიქმნება კალიუმის მძიმე იზოტოპის — რადიაქტიური K-40-ის დაშლის შედეგად.

ატომგულების შედგენილობის საიდუმლოებათა გახსნამ აჩვენა, რომ ბუნებაში გავრცელებული კალიუმი ორი იზოტოპისაგან — მდგრადი K-39 და რადიაქტიური K-40-გან შედგება. მაგრამ უკანასკნელის რაოდენობრივი შემცველობა კალიუმის საერთო მასაში მეტად უმნიშვნელოა და 0,012%-ს არ აღემატება. ამიტომ გასაგებია, რომ კალიუმის მასობრივი რიცხვი ახლოს არის მისი მსუბუქი იზოტოპის მასობრივ რიცხვთან (39,102).

რაც შეეხება არგონს, მის ატომურ მასას, ცხადია, იმ იზოტოპის (K-40) ატომური მასის ახლო მნიშვნელობა (39,948) ექნება, რომლისგანაც იგი წარმოიშვა.

## 82. არგონის კიდევ ერთი საიდუმლო

ამ პარადოქსის პასუხი გამომდინარეობს წინა მსჯელობიდან. ჩვენი საუკუნის მხოლოდ ოცდაათიან წლებში მოხერხდა იმის დადგენა, რომ არგონი წარმოიქმნება კალიუმის რადიაქტიური მძიმე იზოტოპის K-40-ის დაშლის შედეგად. მართალია, ამ უკანასკნელის შემცველობა კალიუმში, როგორც უკვე იყო აღნიშნული, მეტად მცირეა (0,012%) და მისი ნახევრად დაშლის პერიოდი უაღრესად ხანგრძლივია (1,3 მილიარდი წელი)\*, მაგრამ ბუნებაში კალიუმის ფართოდ გავრცელების გამო, მისი მცირე (რადიაქტიური) ნაწილიც კი საკმარის დიდი რაოდენობით არგონს წარმოქმნის, დაახლოებით ერთ ტონას საათში, რაც წლიურად 7000 ტონას აჭარბებს. ცხადია, რომ დედამიწის არსებობის ხუთ მილიარდზე მეტი ხნის განმავლობაში იგი გაცილებით მეტი რაოდენობით არის წარმოქმნილი, ვიდრე მისი დანაკარგია კოსმოსურ სივრცეში.

## 83. სადიკლომოდ გეგმარის დაცვაზე

ამა თუ იმ ნივთიერების ქიმიური თვისებები ბევრად არის დამოკიდებული იმაზე, თუ რომელ გამხსნელშია იგი გახსნილი.

\* შედარებისათვის აღვნიშნავთ, რომ დროის ერთეულში კალიუმის მასაში ათას მილიარდჯერ ნაკლები რაოდენობის ატომგული იშლება, ვიდრე, მაგალითად, იმავე მასის მქონე რადიუმში.

წყალში გახსნილი  $\text{HNO}_3$  რომ ძლიერი მჟავაა, ამას არავენ არ უარყოფს. მაგრამ აი, ეს აგრესიული ნაერთი გავხსენით ძმარმჟავაში. მიუხედავად იმისა, რომ ორი საკმაოდ აქტიური მჟავას ნარევი გვაქვს, იგი დენს თითქმის არ ატარებს, ვინაიდან აზოტმჟავა ამ დროს ძლიერ სუსტ მჟავად გვევლინება.

რა ხდება?

სასკოლო სახელმძღვანელოებში მოცემული ცნობები უმთავრესად „წყლის ქიმიას“ ეხება. მართალია, წყალი მეტად მნიშვნელოვანი ნივთიერებაა, უწინარეს ყოვლისა, როგორც გამხსნელი, მაგრამ ეს არ ნიშნავს იმას, რომ ჩვენ შეიძლება მარტო „წყლის ქიმიით“ დავკმაყოფილდეთ. წყალი, მისი უდიდესი მნიშვნელობის მიუხედავად, მაინც ერთადერთი თავისებური ნაერთია სხვა მრავალ გამხსნელს შორის (თხევადი ამიაკი, გოგირდოროჟანგი, ძმარმჟავა და სხვ., გამლღვალი ნაერთების ჩათვლით).

ამიტომ არის, რომ ისეთი ტიპური მარილი, როგორც ნატრიუმ-სულფატი, გახსნილი 100%-იან გოგირდმჟავაში, ძლიერი ტუტის თვისებებს ამჟღავნებს, ხოლო თხევად ამიაკში გახსნილი  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ძლიერ მჟავა თვისებებს იძენს.



## IX. ტისუეკი პღენ-ეჰიჰს საოხაეგა

84. პრთაღერტი 2300 შორის

ასეთი იშვიათი თვისებების მქონე მინერალი არის... ჩვენთვის კარგად ცნობილი წყალი! წყალი არა მარტო იმით გამოირჩევა სხვა ნივთიერებათაგან, რომ ჩვეულებრივ პირობებში დიდი რაოდენობით არის ბუნებაში (დედამიწის ზედაპირის 71% ხომ წყლით და ყინუ-



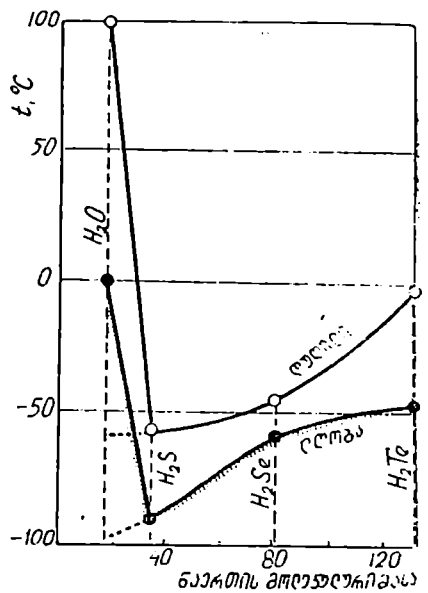
„ჩემი ლხინი და ჯავარი, ჩემი სოფლისა წყალიო!“

ლით არის დაფარული) როგორც მყარი, ისე თხევადი და აირადი (ორთქ-  
ლის) სახით, არამედ მას სხვა საკვირველი ანომალიებიც ახასიათებს.  
რად ღირს, მაგალითად, ის გარემოება, რომ ყინული წყალზე უფრო  
მსუბუქია (უამისოდ ყველა ტბა, ზღვა თუ ოკეანე პირველივე ზამთარ-  
ში გაიყინებოდა და ზაფხულშიაც აღარ გადნებოდა!). წყლის ერთი  
გრადუსით გათბობა 30-ჯერ მეტ სითბოს მოითხოვს, ვიდრე იმავე წო-  
ნის ტყვიისათვის არის საჭირო და 9-ჯერ მეტს, ვიდრე რკინისათვის  
დაგვეხარჯებოდა. ასევე ერთი გრამი ყინულის გასაღობად 13-ჯერ  
მეტი სითბოა საჭირო, ვიდრე ერთი გრამი ტყვიისათვის. ახლა უმცი-  
რეს კაპილარებში შეღწევის უნარს არ იკითხავთ? და საერთოდ წყლის  
რომელი ერთი საოცარი თვისებათაგანი უნდა ჩამოვთვალოთ?

85. რა ბუნებრივად უნდა დუღდეს წყალი?

ცნობილია, რომ რაც უფრო დიდი ატომური მასა აქვს პერიოდუ-  
ლი სისტემის რომელიმე ჯგუფის ელემენტს, მით უფრო მაღალი (ამა-  
ვე ჯგუფის სხვა ელემენ-  
ტებთან შედარებით) ლლო-  
ბისა და დუღილის ტემპე-  
რატურა უნდა ჰქონდეს მის  
ნაერთს ამა თუ იმ ელემენ-  
ტთან.

ჟანგბადის ქვეჯგუფის  
ელემენტთა ნაერთებისა-  
თვის, კერძოდ, წყალბად-  
თან, როგორც ნახაზიდანაც  
ჩანს, დუღილისა და გამყა-  
რების (გაყინვის) ტემპერა-  
ტურები მოლოკულოური წო-  
ნის პროპორციულად იზრ-  
დება. თუ შესაბამის ექს-  
ტრაპოლაციას ჩავატარებთ,  
მივიღებთ, რომ ჟანგბადის  
წყალბადნაერთი (წყალი)  
თითქოს არა 0°-ზე, არამედ  
საღდაც — 94°-ის ახლოს უნ-  
და იყინებოდეს, ხოლო დუღ-  
დეს დაახლოებით — 65°-ზე.



წყლის გაყინვისა და დუღილის ტემპერატუ-  
რის ანომალია ანალოგიური სტრუქტურის მქონე  
სხვა წყალბადნაერთებთან შედარებით:

მაშასადამე, აღარ უნდა გაგვიკვირდეს, თუ სხვა სამყაროს წარმომადგენლებს, რომლებიც დედამიწაზე დაკვირვებისას წყალს აღმოაჩენენ თხევადი და მყარი სახით, ეგონებათ, რომ დედამიწის ზედაპირზე სუფევს საშინელი სიცივე — 70—90°-ის ფარგლებში.

#### 86. რატომ არ იწვის წყალი?

როგორც წყალი, ისე ბენზინი, ბენზოლი, სპირტი და სხვა ნივთიერებები, მართალია, წყალბადის ნაერთებია, მაგრამ პირველი მათგანი, დანარჩენთაგან განსხვავებით, სრული წვის, ე. ი. ჟანგბადთან შეერთების რეაქციის საბოლოო პროდუქტია და, ცხადია, არ შეიძლება ჟანგბადით ხელმეორედ, დამატებით დაიწვას.

#### 87. ვინ თვამ, რომ წყალი არ იწვისო?

ცდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ცხელი წყალი ეგზოთერმულად რეაგირებს (იწვის) ფტორთან, რომელიც — როგორც ქიმიურად უფრო აქტიური ელემენტი, ჩაენაცვლება ჟანგბადს, წარმოქმნის ფტორწყალბადმქაფას (HF), ხოლო ჟანგბადი გამოიყოფა თავისუფალი სახით.

ამგვარად, სწორედ ფტორის აღმოჩენის შემდეგ შეიცვალა წარმოდგენა იმ ცნებისა, რომ წვა არის მხოლოდ ჟანგბადთან შეერთება.

#### 88. ზინულის ლოლუების საიდუმლოება

მართალია, თოვლის დნობა და წარმოქმნილი წყლის გაყინვა თითქმის ერთსა და იმავე დროს ხდება, მაგრამ ეს სრულებითაც არ ნიშნავს იმას, რომ ორივე პროცესი ერთნაირ პირობებში მიმდინარეობს.

წყლის მცირე ნაკადის შემოყინვა ლოლუას ზედაპირზე იმის მაუწყებელია, რომ ჰაერის ტემპერატურა ჯერ ისევ ნულ გრადუსზე დაბალია; რაც შეეხება იმ ადგილს, სადაც თოვლი დნება, იქ სულ სხვა პირობები და განსხვავებული მიკროკლიმატია შექმნილი. სახურავის თუ კლდის დამრეც ფერდობს მზის სხივები უფრო სწორი კუთხით ეცემა\* და გაცილებით ინტენსიურადაც ათბობს. თოვლი დნება და მცირე ნაკადის სახით მიწანწყარებს ქვევით, აქ კი, ჩრდილოვან მხარეს, საკმაო სიცივეა და წყალი ადვილად შემოეყინება ლოლუას ზედაპირს.

\* არ უნდა დაგვაიწყდეს, რომ ზამთარში მზე დედამიწასთან უფრო ახლოსაა, ვიდრე ზაფხულში, მაგრამ ჩვენს ნახევარსფეროს ამ დროს მზის სხივები უფრო დახრალად, მცირე კუთხით ეცემა.

89. წყალი დუღს... ბაცხალეზის გარეშე!

დადგენილია, რომ აირები წყალში ჩვეულებრივ პირობებშიც კარგად იხსნება. საკმაო ხსნადობით გამოირჩევა ნახშირის დიოქსიდი (CO<sub>2</sub>), ინერტული აირები, ოზონი და ქანგბადი (იხ. ცხრილი 2). სწორედ წყალში გახსნილი ქანგბადით სუნთქავენ თევზები და წყლის სხვა ბინადარნი.

ცხრილი 2

აირების ხსნადობა წყალში სხვადასხვა ტემპერატურაზე  
(მლ აირი 100 მლ წყალში 1 ატმ წნევის დროს)

ა ი რ ი	ტემპერატურა, °C			ა ი რ ი	ტემპერატურა, °C		
	0	20	100		0	20	100
ბერი . . .	2,92	1,87	—	წყალბადი . .	2,17	1,62	1,60
დანბადი . .	4,89	—	—	ჰელიუმი . . .	0,97	0,99	1,07(50)
აზოტი . . .	2,35	1,55	0,95	არგონი . . .	5,8	3,8	—
ოზონი . . .	—	8,2	—	რადონი . . .	51,0	33,8	—
ნახშირის დიოქსიდი .	179,87	87,8	35,9	ნახშირის ოქსიდი . . .	3,54	2,84	1,41

ცხრილის მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ონკანიდან აღებულ წყალში არამცთუ ჰაერზე დაყოვნების, არამედ 100°-მდე გაცხელების შემდეგაც საკმაო რაოდენობით რჩება სხვადასხვა აირი. ეს აირები წნევის დაცემის დროს ენერგიულად გამოიყოფა სითხიდან და დუღილის სრულ ილუზიას ქმნის.

90. ტყვიაში ატანს, წყალში კი არა!

ბილიარდის მოთამაშეებმა იციან, რომ შეჯახებისას მოძრავი ბირთვი ადგილზე რჩება, „დამხვედრი“ კი გაიტყორცნება. მაგრამ თუ დამხვედური გაცილებით დიდი მასის მქონეა (მაგალითად, კედელი), მაშინ თვით მოძრავი ბირთვი ასხლტება და მიმართულებას იცვლის.

მაგრამ რა შუაშია აქ ნეიტრონი? — შეიძლება გაუკვირდეს ზოგიერთს; ტყვიის ატომგულის მასა 207-ჯერ სჭარბობს ნეიტრონისას; ასე რომ, მასთან შეჯახებისას ნეიტრონის მცირე ბირთვი ძალიან ცოტა ენერგიას კარგავს (არა უმეტეს 2%-ისა), აირეკლება და სხვა მიმართულებით განაგრძობს მოძრაობას. წყალსა და პარაფინში შემავალი წყალბადის თითოეულ ატომგულს (პროტონს) კი იგივე მასა აქვს, რაც ნეიტრონს, ამიტომ უკანასკნელი პროტონთან შეჯახებისას მთელ ენერგიას გადასცემს მას და თვითონ ადგილზე ჩერდება.

ოკეანის სიღრმეში, სადაც მზის სხივები ვერ აღწევს, ტემპერატურა —2—3°-მდე ეცემა. მიუხედავად ამისა, წყალი იქ მაინც არ იყინება; ამის მიზეზია წყლის ერთ-ერთი (მრავალთაგან!) ანომალია, სახელდობრ ის, რომ წნევის გაზრდით მისი გაყინვის ტემპერატურა



ყინულის მთები — აისბერგები. დედამიწის ზედაპირის 71% წყლით არის დაფარული. ამიტომ უწოდებენ მას „ციხფერ პლანეტას“! წყლის საერთო რაოდენობა 1 მლრდ 360 კმ<sup>3</sup> აღწევს. აქედან 28 მლნ კმ<sup>3</sup> არქტიკისა და ანტარქტიდის ყინულებშია მოქცეული, რომელთა სისქე ზოგან 3 კმ აღემატება. მათი გალნობა მსოფლიო ოკეანის დონეს 65 მეტრით ასწევდა!

მტკნარი წყლით ღარიბი ქვეყნები (სპარსეთის ყურე, ავსტრალია, კალიფორნია და სხვ.) ვარაუდობენ ცალკეული აისბერგების ტრანსპორტირებას, მაგრამ ეს შეუძლებელია და ტექნიკურად ძნელად განსაზოციელებელი პრობლემა აღმოჩნდა. უმჯობესია ბუნების ამ საუნჯის უადრესად ეკონომიკურად ხარჯვის დაკანონება ყველგან და ყველადღერში.

შემცილების ნაცვლად იზრდება (ერთი გრადუსით ყოველ 130 ატმოსფეროზე). ეს იმას ნიშნავს, რომ, მაგალითად, 7,5 კმ სიღრმეზე, სადაც წნევა 650 ატმ აჭარბებს, წყლის გაყინვა მხოლოდ —5°-ზე უფრო დაბალ ტემპერატურაზეა მოსალოდნელი.

## 92. სიცხეში — მარილიანი წყალი?!

საქმე იმაშია, რომ სიცხეში ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმი მომეტებული რაოდენობით გამოყოფს ოფლს, ზოგჯერ 2,5—3 ლ რაოდენობით დღელამეში. ოფლთან ერთად გამოიყოფა ორგანიზმის ნორ-



მალური არსებობისათვის მეტად საჭირო ნივთიერებაც — სუფრის მარილი. ამ უკანასკნელის ნაკლებობა კი, როგორც უკვე აღვნიშნეთ (იხ. № 5, II), საგრძნობლად აფერხებს ორგანიზმის ცხოველმყოფელობას. წყლისა და მარილის ურთიერთგაცვლის წონასწორობის დარღვევა იწვევს ადამიანის დასუსტებას, თავბრუდახვევას, გულსრევას და ხელ-ფეხის კრუნჩხვებსაც კი. წყურვილის სურვილი არა მარტო წყლის, არამედ მარილის ნაკლებობისა და მისი მარაგის შევსების გრძნობით არის გამოწვეული. ამიტომ, რომ უმარილო პური (იხ. № 11), წვიმის ან თოვლის ნაღნობი წყალი კიდევ უფრო აძლიერებს წყურვილს, ვინაიდან იწვევს მომეტებულ ოფლიანობას და მაშასადამე, ხელს უწყობს მარილების დაკარგვას\*. იწყება ე. წ. „წყურვილის აუდმყოფობა“. მარილი კი თავის მხრივ ორგანიზმში აკავებს წყალს და ამცირებს ოფლის გამოყოფას.



„წყურვილი“ (ლ. მენდესის  
ლინოგრაფიურა)

წყურვილის მოსაკლავად ხანდახან წყალს, მარილის გარდა (1 ჩაის კოვზი 1 ლ წყალზე), ამატებენ ნახშირის დიოქსიდს ( $CO_2$ ). ეს აღმ-ჩობესებს გემოს, მცირედ, მაგრამ სასიამოვნოდ აღიზიანებს პირის ღრუს ლორწოვანს და ამით ასუსტებს წყურვილის გრძნობას.

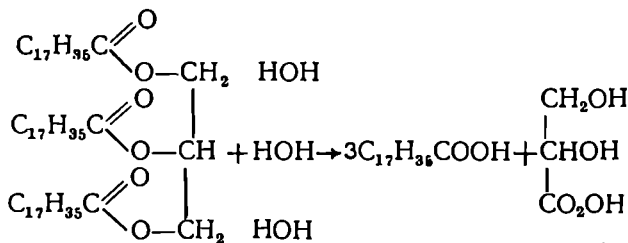
ბოლო წლებში ფართო მასშტაბის კვლევათა საფუძველზე დადგინდა, რომ ადამიანის ორგანიზმს ცხელ ამინდში აქვს მომეტებული მოთხოვნილება ლიმონის, რძის, ასკორბინის მჟავებზე, აგრეთვე კა-

\* საინტერესოა, რომ ცხოველები ოფლს ყოველთვის კანიდან არ გამოყოფენ. ოფლს ძალი ენიდან, ხოლო კატა თათებს შორის აორთქლებს. ამიტომ არის, რომ კატას სუნი არა აქვს და იგი ადვილად ეპარება საკბილოს (იხ. № 50).

ლიუმისა და კალციუმის მარილებზე. აღნიშნულის გამო ცხელი კლი-  
მატის პირობებში სასმელ წყალს ამატებენ 1—2 გ/ლ ზემოხსენებულ  
მჟავებს, 0,25 გ/ლ შაქარს. ასეთი სასმელი საგრძნობლად ანელებს  
წყურვილს, ორჯერ ნაკლებია ოფლის დენაც. ძლიერ ცხელ ამინდში  
მჟავებსა და მარილებს მცირე გადამეტებით იღებენ, შაქარს კი ნაკ-  
ლებს.

### 93. ცხელი წყლის სიკვთე

ცხიმიანი ჭურჭლის ცხელი წყლით გარეცხვისას მთავარი მნიშ-  
ვნელობა აქვს არა ცხიმის გადნობას, არამედ ქიმიურ პროცესს —  
ცხიმის ჰიდროლიზს. ბუნებრივი ცხოველური და მცენარეული წარ-  
მოშობის ცხიმები და ზეთები უმთავრესად გლიცერიდებისაგან — გლი-  
ცერინისა და სხვადასხვა ორგანული მჟავების რთული ეთერებისაგან  
შედგება. ცხელი წყლის ზემოქმედებით, ისევე, როგორც ტუტის შემ-  
თხვევაში, მიმდინარეობს გასაპნების რეაქცია; წარმოიქმნება სტეარინ-  
მჟავა და გლიცერინი:



ორივე მიღებული ნაერთი — როგორც სტეარინმჟავა, ასევე გლი-  
ცერინი წყალში ხსნადია და ადვილად შორდება ჭურჭელს.

### 94. წყლის გაყინვა ... გაგულვანი მებალითი

გარდა ვერცხლისწყლისა, მინუსოვან ტემპერატურაზე თხევად  
მდგომარეობაში შეიძლება არსებობდეს გალიუმი. მართალია, იგი  
+29,8°-ზე ღვდება, მაგრამ აქვს უნიკალური თვისება — თვეობით  
იყოს გადაცივებული, ზოგჯერ — 40°-მდეც კი. მხოლოდ შენჯღრევა ან  
კრისტალის ჩაგდება იწვევს მის მეყსეულ გაყინვას.

\* ცხიმები სინთეზურად პირველად ბერთოლემ მიიღო ჯერ კიდევ 1854 წელს  
საპირისპირო რეაქციით — გლიცერინის ვაცხელებით ცხიმივან მჟავებთან.

საკმაოდ დაბალ ტემპერატურაზე ლღვება ცეზიუმის შენადნობებში კალიუმთან (15-დან 75%-მდე K) და ნატრიუმთან (10—22% Na), აგრეთვე რუბიდიუმ-ნატრიუმის შენადნობები (7,5—9% Rb).

არსებობს ამაღლამების მთელი რიგი, რომელთაც ასევე დაბალი ლღობის ტემპერატურა აქვთ. ასეთ შენადნობებს ვერცხლისწყალი იძლევა ტუტე ლითონებთან (4%-მდე Na, 1,5%-მდე K, 1%-მდე Rb, 1%-მდე Cs), ტუტემიწა ლითონებთან (0,5%-მდე Ca ან Ba, 3%-მდე Sr), აგრეთვე თუთიასთან (1,4%-მდე Zn), კალასთან (0,5%-მდე Sn), ტყვიასთან (1%-მდე Pb), ბისმუტთან (0,2%-მდე Bi) და თალიუმთან (18%-მდე Tl). 8,5% თალიუმის შემცველი შენადნობი — 59°-მდე ტემპერატურის გასაზომ თერმომეტრებშიც კი არის გამოყენებული.

ჩვენ მოვიხსენიეთ მხოლოდ ორმაგი კომპოზიციები. სამ- და უფრო მრავალკომპონენტიანი სისტემების ჩამოთვლა კი საკმაოდ შორს წაგვიყვანდა.

#### 95. მიტალეების გაღობა ... ცხელი წყლით

ტყვიის ან სხვა ისეთი ლითონის გათხევადება, რომლის ლღობის ტემპერატურა 150—350°-ის ფარგლებშია, ცხადია, რომ ჩვეულებრივ პირობებში წყალს არ შეეძლება. მაგრამ ამოცანის პირობა ხომ ასე არ გვზღუდავს. მაშასადამე, ჩვენ შეგვიძლია მაღალი წნევა მოვიშველიოთ, რაც წყლის თხევად მდგომარეობაში შენარჩუნების საშუალებას გვაძლევს 374,2°-მდე (წყლის ე. წ. „კრიზისული ტემპერატურა“, რასაც ეთანადება „კრიზისული წნევა“ 218,3 ატმ. ამ დროს სითხის კუთრი წონა მხოლოდ 0,32 გ/სმ<sup>3</sup> აღწევს). ასეთი ტემპერატურის მქონე წყალს კი ადვილად შეუძლია გააღოს არა მარტო ინდიუმი (156,4°), კალა (231,9°), ბისმუტი (271,3°) და ზოგიერთი სხვა, არამედ კადმიუმი (320°) და ტყვიაც კი (327,7°).



## X. მელადი პაკამეზიების სამყაროში

96. მზის ზედაპირიდან დასორებისას ტემპერატურა ... იზრდება!

მზის ზედაპირის ახლო კოსმოსურ სივრცეში ტემპერატურა თითქოს უნდა ეცემოდეს. მაგრამ აღმოჩნდა, რომ, მაგალითად, 15 ათასი კილომეტრის სიმაღლეზე ტემპერატურა  $100.000^{\circ}$ -ს, ხოლო უფრო ზევით — მილიონ გრადუსსაც კი აღწევს. ამ მოვლენას ასეთი ახსნა აქვს: მზის სიღრმიდან ყოველ მომენტში გავარვარებული აირის ასეულ ათასამდე „ენა“ (სპიკული) ამოისროლება 150000 კმ სიმაღლეზე. ეს კი 10—12-ჯერ სჭარბობს დედამიწის დიამეტრს. ეს ტალღები სასტიკი სიძლიერით ეჯახება ერთმანეთს, რაც, ცხადია, წარმოუდგენელი ძალის ხმაურს უნდა იწვევდეს. აფეთქების ტალღების შეჯახების ადგილზე კი, როგორც ცნობილია, ტემპერატურა ერთიორად იზრდება. მზის გაიშვიათებულ ატმოსფეროში ბგერის ტალღები საკმაოდ დიდ სიჩქარეს იძენენ; სწორედ ამ დარტყმითი ტალღების ურთიერთშეჯახებას უნდა მიეწეროს ის გარემოება, რომ აირის ტემპერატურა მზის ახლო სივრცეში ასჯერ და ათასჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე მზის ზედაპირის ტემპერატურა ( $5000-6000^{\circ}$ ).

97. რა მოუვა ნახშირს მზის ზედაპირზე?

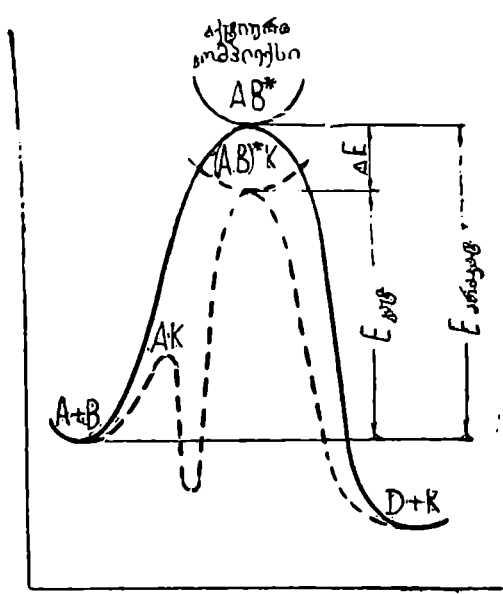
ის გარემოება, რომ მზის გავარვარებულ ზედაპირზე ნახშირბადი მაშინაც არ დაიწვებოდა, უანგბადი იქ ბევრიც რომ იყოს, თითქოს პარადოქსულად ჟღერს; მაგრამ აქ გასათვალისწინებელია ნახშირბადის

თავისებური ბუნება: მართალია, ის მაღალ ტემპერატურაზე ლღვება (3800—3900°), მაგრამ უკვე 2200°-ზე საგრძნობი ინტენსივობით იწყებს აორთქლებას. ამიტომ მზის ზედაპირზე ნახშირბადი ისე სწრაფად აორთქლდებოდა, რომ დაწვას ვერც მოასწრებდა.

98. კლაზმა — კატალიზატორის წინააღმდეგე!

კატალიზატორი, როგორც ცნობილია, მხოლოდ აჩქარებს რეაქციას. ეს მიიღწევა იმის ხარჯზე, რომ კატალიზატორი ჩვეულებრივ პირობებში რამდენიმე ათასი კალორიით ამცირებს მორეაგირე ნივთიერებათა აქტივაციის ენერგიას. ამის შედეგად წონასწორული მდგომარეობა გაცილებით ადრე მიიღწევა, ვიდრე კატალიზატორის გარეშე. მაგრამ აქტივაციის ენერგია შეიძლება სითბოს საკმაო რაოდენობის მიწოდებითაც შევამციროთ, რაც აგრეთვე აჩქარებს რეაქციას.

ცხადია, რომ მაღალ ტემპერატურებზე, მაგალითად, 2000° ზევით, მორეაგირე ნივთიერებათა ნაწილაკებს უკვე დიდ აქტივაციის ენერგია აქვთ შეძენილი, ხოლო რამდენიმე ათასი კალორია, რაც კატალიზატორის ან ზედაპირული კონტაქტის შედეგად მათ საერთო დიდ თბოშეცულობას შეიძლება დაემატოს, მეტად უმნიშვნელოა უკვე არსებული ენერგიის მარაგთან შედარებით; ამიტომ კატალიზატორის მიერ მინიჭებულ შედარებით მცირე აქტივაციის ენერგიას პროცესის აჩქარებისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აღარ შეიძლება ჰქონდეს.



კატალიზური პროცესის დროს აქტივაციის ენერგიის შემცირებას ( $\Delta E$ ) განაპირობებს შუალედური პროდუქტის  $(AB)^*K$ -ს წარმოქმნა

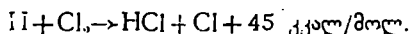
მაშასადამე, მაღალ ტემპერატურაზე მუშაობისას, უწინარეს ყოვლისა, ანგარიში უნდა გაეწიოს არა რეაქციის სიჩქარეს (ვინაიდან ეს სიდიდე ისედაც საკმაოდ მაღალია და არ განსაზღვრავს პროცესის მსვლელობას), არამედ რეაგენტთა ქიმიურ შედგენილობას წონასწორობის პირობებში.

### 99. ვულკანები და ქიმიკა

ვულკანური პროცესი, ისევე, როგორც სხვა ნებისმიერი ფიზიკურ-ქიმიური ან ქიმიური მოვლენა, არის რეაქცია, რომელიც მანამდე არსებული წონასწორობის უცარი დარღვევის შედეგად ვითარდება და ამ წონასწორობის აღდგენას ცდილობს. ვიდრე ვულკანის ყელი დაკეტილია მყარი ლავის საცობით, გარეგნულად ყველაფერი მშვიდადაა, ისევე, როგორც ეს თავდაცული შამპანურის ან „ბორჯომის“ წყლის ბოთლში გვაქვს.

ბაზალტის ლავის ტემპერატურა ვულკანურ კერაში (დაახლოებით 100 კმ სიღრმეზე), როგორც ვარაუდობენ, 1500—1600°-ს უნდა აღწევდეს. მიუხედავად ამისა, იქ არსებული დიდი წნევის გამო ლავა მყარ მდგომარეობაში უნდა იყოს. მასში დიდი რაოდენობითაა გახსნილი სხვადასხვა აირები. როდესაც დედამიწის ქერქში ბზარი გაჩნდება, წნევა მკვეთრად ეცემა და მაგმა მეყსეულად თხევად მდგომარეობაში გადადის. წნევის მკვეთრი დაცემის გამო აირები და წყლის ორთქლი ინტენსიურად იწყებს გამოყოფას (აქ უკვე თავმოხდილი შამპანურის ბოთლის მაგალითს უნდა მივმართოთ) და დიდი ძალით ამოაქვს ზევით გამლღვალი ლავა. მაგრამ ვულკანური აირების როლი არ შემოიფარგლება ქარბი შინაგანი წნევის შექმნით, თუმცა სწორედ ეს არის ერთ-ერთი მთავარი მიზეზი ვულკანის ამოქმედებისა. მაგმაში ისეთი აირებიცაა გახსნილი, რომლებიც თავისუფალ მდგომარეობაში აფეთქებით რეაგირებენ ერთმანეთთან. ასეთებია ქლორი, წყალბადი, გოგირდწყალბადი, მეთანი და სხვ. მათი ურთიერთქმედების რეაქციას ნაწილობრივად მაინც შეიძლება ჯაჭვური ხასიათი ჰქონდეს და თვითაჩქარებით წარიმართოს.

ვარაუდობენ, რომ მთა ბეზიმიანის (კამჩატკაზე) გრანდიოზულ აფეთქებას, რომელიც 1956 წლის 30 მარტს მოხდა, საფუძვლად ედო ჯაჭვური რეაქცია:



რეაქციაში შესული ქლორის რაოდენობა თითქმის მილიონ ტონამდეა ნავარაუდევი. მაშასადამე, რეაქციის შედეგად გამოყოფილი

ენერგია ერთობ განდიოზული უნდა ყოფილიყო, დაახლოებით  $2,38 \cdot 10^{22}$  ერგი, რამაც მთელი მთის აფეთქება გამოიწვია.

ვულკანის ამოფრქვევის დროს ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობაზე მიუთითებს ისიც, რომ მათში წვის პროდუქტების რაოდენობა ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ ) ათჯერ და მეტად იზრდება, ვიდრე მშვიდი ვულკანის ნაპრალიდან მომდინარე აირებშია ხოლმე.

#### 100. როდესაც ძნელი საჩხე უფრო ადვილია!

ის გარემოება, რომ უფრო მაღალი ტემპერატურის ზღვრები ( $6000-10000^\circ$ ) ტექნიკის ბევრი დარგის მიერ უფრო წარმატებით არის ათვისებული, ვიდრე  $2000-4000^\circ$ -ის ფარგლებში, შემდეგი მიზეზებით შეიძლება ავხსნათ: პროცესები, რომლებიც  $4000^\circ$ -ზე უფრო დაბალ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს, უმრავლეს შემთხვევაში სარეაქციო გარემოს მთლიანად გახურებასთან არის დაკავშირებული. ამისათვის მედეგი ცეცხლგამძლე ამონაგის გამოხახვას საჭირო. ეს კი დიდ სიძნელეს წარმოადგენს, ვინაიდან მაღალ ტემპერატურებზე ნივთიერებათა ურთიერთგაგირების უნარი მკვეთრად იზრდება. სიძნელებები განსაკუთრებით საგრძნობია მაშინ, როდესაც ამონაგმა ასე თუ ისე ხანგრძლივად უნდა იმუშაოს  $2000^\circ$ -ზე უფრო მაღალი ტემპერატურის პირობებში. ამ დროს კი აბსოლუტურად გამძლე და პასიური მასალები საერთოდ აღარ გვაქვს. არის მხოლოდ ისეთები, რომლებიც ტემპერატურის განსაზღვრულ ფარგლებში შესაძლებელი არ უშლიან ხელს პროცესის მსვლელობას. გასათვალისწინებელია ის გარემოებაც, რომ ცეცხლგამძლე მასალები და ლითონები შეიძლება მედეგი იყოს ამა თუ იმ პირობებში სამუშაოდ, მაგრამ მათი გამოყენება მაინც ვერ მოხერხდეს იმ მიზეზით, რომ ისინი აირგამტარი ხდებიან. ეს გამორიცხავს ამგვარი მასალისაგან დამზადებულ აპარატსა და ჭურჭელში მორეაგირე აირების ან გარემოს მუდმივი შედგენილობის შენარჩუნების შესაძლებლობას, რაც განსაკუთრებით ხელის შემშლელია მაშინ, როდესაც პროცესის მსვლელობისათვის წნევის ან გაიშვიათების გამოყენება აუცილებელია.

რაც შეეხება უფრო მაღალ ტემპერატურებს ( $6000-10000^\circ$ ), ცეცხლგამძლე ამონაგის პრობლემა ამ შემთხვევაში ისე მწვავედ არ იგრძნობა, ვინაიდან ასეთი ტემპერატურების მისაღებად გამოყენებულია გავარვარებული აირის — პლაზმის ჰაელი, რომელიც რეაქტორის კედლებს არ ეხება.

ამ თითქოსდა პარადოქსული მოვლენის გარჩევის დროს საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ შემდეგი გარემოება: CO და CO<sub>2</sub>-ის წონასწორული მრუდის შესწავლა გვიჩვენებს, რომ დაბალ ტემპერატურებზე ნარევეში ნახშირის დიოქსიდის პროცენტი კარბობს, მაღალ ტემპერატურებზე კი — ნახშირჟანგისა.

მაშასადამე, მაღალი ტემპერატურები სწორედ CO-ს არსებობის ხელშემწყობ პირობად გვევლინება, ხოლო 3—4 ათასი გრადუსის ტოლი ტემპერატურის პირობებში CO უკვე იმდენად მედეგი ხდება, რომ იგი უანბნადის გავლენა არ იწვის.

## 102. „მეტეორიტული წვიმა“

როგორც უკვე გვქონდა აღნიშნული (№ 76), ატმოსფეროს ზედა ფენებში შემოჭრილი მეტეორული სხეულის ნათება გამოწვეულია არა მისი წვით, არამედ ჰაერის მიმდებარე ფენის გავარვარებით. სქემატურად ეს მოვლენა ასე შეიძლება წარმოვიდგინოთ: მეტეორიტის დიდი სიჩქარის გამო, ჰაერის შემხვედრი ნაწილაკები ვერ ასწრებენ მისთვის „გზის დათმობას“ და ძლიერ იწნეხებიან. ამ დაწნეხილი ფენის ტემპერატურა საკმაოდ მაღლა იწევს. ამიტომ მეტეორიტის წინ ყოველთვის არის ამგვარი დაწნეხილი და გავარვარებული ჰაერის ფენა, რომელიც ძლიერადაც ანათებს. თუ მეტეორიტი შედარებით დიდია, იმ მცირე დროის განმავლობაში, რაც იგი ჰაერში იმყოფება, მისი ძირითადი (შიგნითა) მასა ვერ ასწრებს გახურებას. ხურდება და შემოლღვება ზოლმე მხოლოდ ჰაერთან შემხები გარეთა ზედაპირი, შიგნით კი ისეთივე დაბალი ტემპერატურა რჩება, როგორც კოსმოსის სივრცეში იყო.

იმ შემთხვევაში, როდესაც მეტეორიტი მთლიანად გავარვარდება, წარმოქმნილმა წნევამ იგი შეიძლება ააფეთქოს და წვრილ ნატეხებად აქციოს. ეს ნაწილაკები, თავის მხრივ, დიდ სიჩქარეს იძენენ და ატმოსფეროს ქვედა, შედარებით მკვრივ ფენებში იწვიან (თუ მეტეორიტი სუფთა რკინის ან სხვა ელემენტების ნარევი იყო) ან ორთქლდებიან.

## 103. წვის დროს მებტი ენერგია გამოიყოფა, ვიდრე აფეთქებისას!

ბევრი, ალბათ, დარწმუნებულია, რომ ფეთქებადი ნივთიერების ეფექტურობა მის დიდ ენერგიაზეა დამყარებული; სრულებითაც არა! ერთ-ერთი ძლიერი ამფეთქი ნივთიერების — ტროტილის ანუ ტრინიტროტოლუოლის — CH<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub> აფეთქებისას, მაგალითად, რვაჯერ ნაკლები ენერგია გამოიყოფა, ვიდრე იმავე წონის ნახშირის



დაწვის დროს, მაგრამ საქმე ის არის, რომ პირველ შემთხვევაში ენერგია ათეულ მილიონჯერ უფრო სწრაფად გამოიყოფა, ვიდრე წვის რეაქციის შედეგად. მაშასადამე, სიმძლავრეც (ანუ რაც იგივეა — დროის ერთეულში შესრულებული მუშაობა) გაცილებით მეტი ვითარდება. არ არსებობს მანქანა, რომელსაც შესწევდეს უნარი — ასეთი შრომატევადი სამუშაო შეასრულოს დროის ისეთ მცირე მონაკვეთში, როგორც ეს აფეთქებით ხდება.

#### 104. ტემპერატურა — გეოგრაფიკა

ის გარემოება, რომ მაღალ ტემპერატურაზე ჩატარებული რეაქციის პროდუქტები გაცივებისას ისევ საწყის ნივთიერებებს წარმოქმნიან, კარგა ხანს ასეთი პროცესების უარყოფით მხარედ ითვლებოდა.

მაგრამ ტექნიკამ მიაგნო გამოსავალს.

გამოიკვია, რომ თუ რეაქციის პროდუქტებს ისევე მეყსეულად გავაცივებთ, როგორც თვით რეაქცია ჩატარდა (ე. ი. მოვხდენთ აირნარების „წრთობას“), მაშინ ისინი გამოსავალ პროდუქტებად დაშლას ვეღარ მოასწრებენ.

ამგვარი ხერხით ბევრი მნიშვნელოვანი სამრეწველო პროცესის განხორციელებაა განზრახული, — კერძოდ, აზოტის ქანგეულების მიღება უშუალოდ ჰაერიდან (ნაცვლად ამიაკის სინთეზის ამჟამად არსებული რთული ტექნოლოგიური სქემისა), ეთილენის მიღება და სხვ.

ისიც აღსანიშნავია, რომ დაბალი ტემპერატურების დაუფლება მეცნიერებასა და ტექნიკას არანაკლებ წარმატებებს ჰპირდება, ვიდრე მაღალი ტემპერატურების სფერო.

#### 105. რაც მისწავლია არ აზიანებთ

ჩვენ მიჩვეული ვართ, რომ გავარვარებული სხეულები ძლიერ კაშკაშებენ და ბევრ სითბოსაც ასხივებენ, მაგრამ ეს ყოველთვის ასე არ არის. გადასურებული წყალბადი რომ ისეთივე ინტენსივობით ასხივებდეს სითბოს, როგორც რომელიმე გავარვარებული მყარი სხეული, მაშინ თერმოატომგულური რეაქციის განხორციელებაზე ფიქრიც კი ზედმეტი იქნებოდა: მილიონ გრადუსამდე გახურებული წყალბადის გამო-სხივება მეყსეულად ააორთქლებდა ნებისმიერ მასალას და არავითარი ტექნიკური საშუალებებით არ შეგვეძლებოდა მათი გაცივება და გადარჩენა.

საბედნიეროდ, გავარვარებული წყალბადი გამჭვირვალეა და რამდენჯერაც ის მყარ სხეულზე უფრო გამჭვირვალეა, იმდენჯერ ნაკლები გამოსხივებით ხასიათდება.

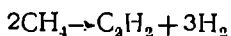
თერმოკატომგულური რეაქტორის ცხელი, მილიონ გრადუსამდე გავარვარებული ზონის 1 მ<sup>2</sup> ფართი წყალბადის პლაზმის სიმკვრივისას მხოლოდ და მხოლოდ ისეთივე ინტენსივობით ასხივებს, როგორც მყარი სხეული, რომლის ტემპერატურა 5000°-ს არ აღემატება. სითბოს ეს რაოდენობაც, ცხადია, ცოტა არ არის და მის შემცირებაზე კონსტრუქტორებმა ალბათ კიდევ ბევრი უნდა იფიქრონ, მაგრამ ცხელი ზონა სინამდვილეში შედარებით მცირედ მანათობლად გვეჩვენება; მიზეზი ამისა არის ის, რომ მისგან გამოტყორცნილი ენერჯიის ნაკადი უმთავრესად ულტრაიისფერი და რენტგენის გამოსხივებისაგან შედგება.

#### 106. მაღალი ტემპერატურები ... ორგანულ ქიმიაში

მაღალი და ზემოდალი ტემპერატურების გამოყენება ერთი შეხედვით უფრო არაორგანულ ქიმიას განეკუთვნება, მაგრამ ახალი ტექნიკის მიღწევებმა ბევრი ჩვენი წარმოდგენა ძირეულად შეცვალა. ასე მოხდა მაღალი ტემპერატურების შემთხვევაშიც. კერძოდ, დადგინდა, რომ პოლიმერული ქიმიის ნედლეული — აცეტილენი შეიძლება მივიღოთ ისეთი იაფი და ნაკლებად დეფიციტური ნედლეულიდან, როგორც ბუნებრივი აირია.

გარდაქმნის რეაქცია ტარდება აფეთქების ე. წ. დარტყმითი ტალის მეშვეობით. მაღალი წნევის სპეციალურ აპარატში მეყსეულად შეკუმშვისა და გახურების შედეგად, რაც 0,0001 წამზე ნაკლები დროის განმავლობაში ხდება, მეთანი 2000°-ზე გადადის აცეტილენად. იმიტომ, რომ ეს უკანასკნელი მაღალ ტემპერატურაზე არ დაიშალს, აირნარევეს ასევე მსწრაფლ აცივებენ („აწრობენ“).

აცეტილენის მიღება შესაძლებელია პლაზმის ქავლშიაც. ნახშირწყალბადების შებერვით 12000°-ზე გავარვარებული არგონის პლაზმაში მეთანის 5% გადადის აცეტილენად:



კიდევ უფრო კარგი შედეგებია მიღებული მაღალი ინტენსივობის ულტრაიისფერის გამოყენებისას.

დამტკიცებულია აცეტილენის მიღების შესაძლებლობა კეროსინისა და პროპანისაგან, ხოლო დაბალმოქტანიანი ბენზინის პლაზმოქიმიური გარდაქმნის პროცესი უკვე ფართო მასშტაბით ინერგება წარმოებაში; გამოსავალი 90%-ს აღწევს.

თანამედროვე ტექნიკის მისწრაფებას — დაეუფლოს მაღალ პარამეტრებს, ხელს უშლის თუნდაც 3000°-მდე ტემპერატურის, მაღალი წნევების, სიჩქარეებისა და აგრესიული აირების ერთდროული მოქმედებისადმი მედეგი მასალების უქონლობა. აღნიშნული ცდილობს ეს საჩხები შეავსოს პროგრესული ტექნიკური ღონისძიების განხორციელებით. კერძოდ, კონსტრუქტორები იძულებული არიან შეამცირონ ააგრეგატის მუშაობის ხანგრძლივობა; ამ საქმეში მათ ეხმარებათ ის ფაქტორი, რომ პროცესებიც ამ დროს დიდი სიჩქარით მიმდინარეობს. კოსმოსური ზომადი, მაგალითად, ორბიტაზე გასვლას სულ რაღაც 4 წუთს თუ ანდომებს. მასასადამე, საქშენის კედელიც დროის მხოლოდ ამ მცირე მონაკვეთში უნდა წინააღმდეგეს მაღალი წნევის, ტემპერატურისა და აგრესიული აირების ერთობლივ ზემოქმედებას.

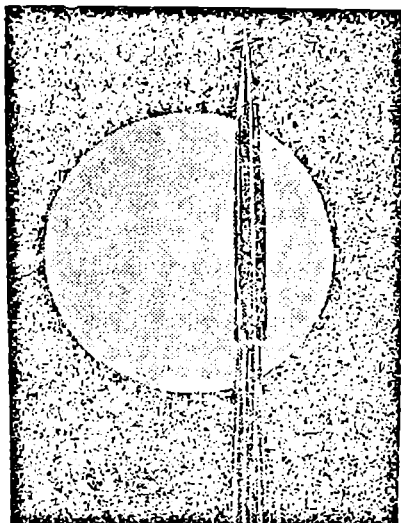
ტექნიკა ფართოდ იყენებს მაღალ პარამეტრებზე მომუშავე დეტალების დაფარვას ძნელლობადი და კოროზიულად მედეგი ლითონების ნაერთებით. მაგალითად, რაკეტის ძრავას გრაფიტის საქშენი ვოლფრამის ფხვნილით იფარება; წარმოიქმნება ვოლფრამის კარბიდის ფენა, რომელიც საქშენის ზედაპირს საიმედოდ იცავს მაღალი ტემპერატურისა და დიდი სიჩქარით მოძრავი ნამწვი აირების ეროზიული მოქმედებისაგან.

მიმართავენ სილიციუმის კარბიდით დაფარვასაც ელექტრული განმუხტვის რკალში ან ზედაპირული შრის ბორით გაჯერებას.

რთული ფორმის გრაფიტის ნაკეთობისათვის უფრო მასალები ჩანს რამდენიმე ფენის მქონე ლითონკერამიკული დანაფარები. ასეთია, კერძოდ, მოლიბდენის 0,75 მმ-იანი და ალუმინუმის 0,125 მმ-იანი სამ-სამი ფენა — ერთმანეთის შენაცვლებით. არეკვლის თვისების გაზრდის მიზნით საბოლოოდ მასზე ქრომის ასევე თხელი ფენა დადებული.

ეს დანაფარები არა მარტო იცავენ ნაკეთობის ძირითად მასას მექანიკური თვისებების დაქვეითებისა და კოროზიისაგან, არამედ უზრუნველყოფენ კიდევ სითბოს დიდი რაოდენობით გადაცემას გარემოსადმი.

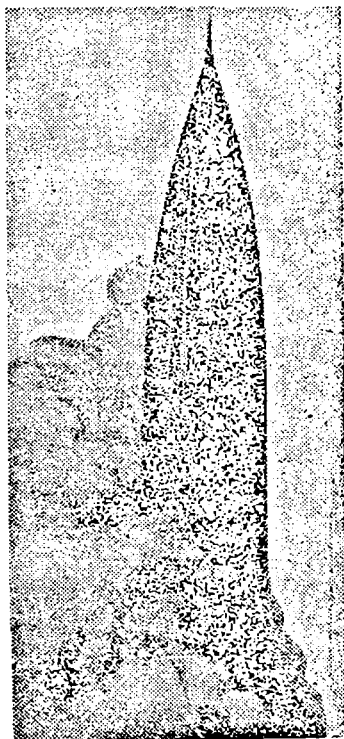
გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს იმას, რომ მთელი პროცესი დროის მცირე მონაკვეთში მთავრდება და დანადგარი „ვერ ასწრებს“ მწყობრიდან გამოსვლას.



XI. „შეგევა“  
ენერგიის  
მუდმივობის  
კანონზე

108. რაკეტის ძრავას საილუმოება

პარადოქსის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ მსრბოლავი რაკეტის ავზში არსებულ სათბობს უკვე აქვს ენერგიის საკმაო მარაგი, რაც მას რაკეტის ადგილიდან გატყორცნის დროს შეეძინება. ამ პროცესზეც, ცხადია, საწვავის გარკვეული რაოდენობა იხარჯება, მაგრამ გამომუშავებული ენერგია გარემოს კი არ გადაეცემა, არამედ რაკეტის აჩქარებას ხმარდება. დარჩენილი საწვავის დაქანგვის (წვის) შედეგად გამოყოფილი ენერგია ყოველ მომენტიში მხოლოდ ემატება კინეტიკურ ენერგიის უკვე შექმნილ რაოდენობას. ეს უკანასკნელი საკმაოდ დიდია. ასე: მაგალითად, 3 კმ/წმ სიჩქარის დროს კინეტიკური ენერგია



იწყება ახალი, კოსმოსური ერა

უტოლდება, ხოლო პირველი კოსმოსური სინქარის მიღწევისას (8 კმ/წმ) უკვე სამჯერ აჭარბებს საწვავის ახალი რაოდენობის წვის შედეგად გამოთქმულ ენერგიას.

#### 109. ენერგია იხარჯება, მუშაობა კი არ სრულდება

მუშაობა, რომელიც ჩვეულებრივად განისაზღვრება ძალის ნამრავლით განვლილ გზაზე, არის ერთ-ერთი — და არა ერთადერთი — შესაძლებელი საშუალება ენერგიის გადაცემისა. ასევე ხშირად გვხვდება ენერგიის მოხმარების მეორე გზაც — სითბოს გადაცემის საშუალებით.

მართალია, სავრცეში უძრავად გაჩერებული რაკეტა მუშაობას არ ასრულებს, მაგრამ არც სითბობის დაწვის შედეგად მიღებული ენერგია შეიძლება გაქრეს უკვალოდ: ეს ენერგია საქშენიდან ვამოტყორცნილი და მაღალ ტემპერატურამდე გავარგარებული აირების ნაკადს გადაეცემა.

#### 110. საიდან ჩნდება მზის ატომგულური სავრცე?

თვითნებური დაშლა-დახლეჩის უნარის მქონე ურან-235 იზოტოპის რაოდენობა ბუნებრივ ურანში მეტად მცირეა — 0,71%-ს არ აღემატება. ატომგულური რეაქტორის მუშაობის პერიოდში იგი შედარებით ჩქარა „ამოიწვება“ ხოლმე. ეს აუფასურებს ურანის დარჩენილ მასას.

თვით ურან-235-ის დასაშლელად ჩვეულებრივად თბური ნეიტრონები გამოიყენება, რაც იმით არის ნაკარნახევი, რომ შეძლებისდაგვარად შევამციროთ მათი შთანთქმა ურან-238-ის მიერ. ამ უკანასკნელის ატომგული რადიოაქტიურ დაშლა-დახლეჩას არ განიცდის, იგი ნეიტრონის შთანთქმის შედეგად გარდაიქმნება მომდევნო ელემენტად. პირველ საფეხურზე წარმოიქმნება β-რადიოაქტიური ურანი-239, რომლის მასა ნახევრად იშლება 23 წუთში. მეორე საფეხურზე ეს იზოტოპი № 93 ელემენტს — ნეპტუნიუმს წარმოქმნის. ისიც რადიოაქტიურია; მისი ნახევრად დაშლის პერიოდი 2,3 დღე და გარდაიქმნება № 94 ელემენტად (239 Pu). ეს უკანასკნელი კი α-რადიოაქტიურია და ძლიერ ნელა იშლება (ნახევრად დაშლის პერიოდი 24400 წელს აჭარბებს) და ამიტომ შესაძლებელია მისი დაგროვება დიდი რაოდენობით. იგი მრავალმხრივ საინტერესო ელემენტია (აქვს, მაგალითად, 6 მოდიფიკაცია) და არა მარტო ატომურ ბომბში, არამედ მშვიდობიანი მიზნებითაც შეიძლება გამოვიყენოთ.

### 111. სად მებ ენერჯიას მოგვცემს ნახშირის დაწვა?

ცხადია, რომ ნახშირის მალა ატანისას მისი პოტენციური ენერჯია შესაბამისად იზრდება. უეჭველია ისიც, რომ ეს დამატებითი ენერჯია არ შეიძლება უკვალოდ გაქრეს მთაზე ატანილი ნახშირის დაწვის შედეგადაც. წვის პროდუქტების ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ), ნახშირის დაუწვავი ნაწილის (ნაცრის) პოტენციური ენერჯია საერთო ჯამში სწორედ იმდენით იქნება მეტი, რამდენიც თვით ნახშირის ატანაზეა დახარჯული.

### 112. მუშაობა სრულდება... სითბოს წართმევის ხარჯზე!

გარეშე ძალების საწინააღმდეგოდ მიმართული მუშაობა, ცხადია, ენერჯიის გარკვეული რაოდენობის დახარჯვას მოითხოვს. ამ ენერჯიას ჩვეულებრივ გარედან ვაწოდებთ ხოლმე. მაგრამ მუშაობა შეიძლება შინაგანი ენერჯიის ხარჯზედაც შესრულდეს.

სხეულის შინაგანი ენერჯია დამოკიდებულია მოლეკულების სიჩქარესა და მათ ურთიერთშორის განლაგებაზე. თხევადი ფაზის გამყარებისას მოლეკულების სიჩქარე თითქმის უცვლელი რჩება, მათი მოძრაობის ხასიათი და განლაგება კი არსებით ცვლილებას განიცდის.

კრისტალურ გისოსში მოლეკულები მიისწრაფვიან ისე განლაგდნენ, რომ მათი მოლეკულურ-პოტენციური ენერჯია მინიმუმს შეესაბამებოდეს. ენერჯიის ნაჭარბი ამ დროს ლობის ფარული სითბოს სახით გამოიყოფა; სწორედ ამ უკანასკნელის ხარჯზე სრულდება მუშაობა — ჩვენს შემთხვევაში თავდაცული თუჯის ბირთვის გახეთქვა.

### 113. როდის იხარჯება უფრო მეტი ბენზინი?

საქმე იმაშია, რომ კარნოს ციკლი იდეალურ შემთხვევას ითვალისწინებს — როდესაც უსარგებლო დანაკარგები არა გვაქვს; ზამთარში, სპეციალურ საშუალებათა გამოყენების მიუხედავად, ავტომანქანის ძრავაში ზეთი იმდენად შესქელებდა ხოლმე, რომ საგრძნობლად ზრდის დანაკარგებს ხახუნზე. აღნიშნულის გამო, თუმცა თვით ძრავას მქვ ზამთარში რამდენადმე მაღალი შეიძლება იყოს, მაგრამ ავტომანქანა მთლიანად შედარებით უფრო მეტ ბენზინს ხარჯავს, ვიდრე ზაფხულში.

### 114. სხაული თბება... სითბოს მიწოდების ბარათი!

ეს ფრაზა მხოლოდ პირველი შეხედვით უღერს პარადოქსულად. მართლაცა, განა ენერჯია მარტო სითბოს სახით შეიძლება მივაწოდოთ სისტემას? ხომ არსებობს ენერჯიის გაცვლის მეორე პრინციპული სახეც — მუშაობა! ასეთი პროცესები კი არამც თუ თეორიულად, რეალურად, პრაქტიკულადაც საკმაოდ ჩამოითვლება. საქმე ეხება

ადიბატურად მიმდინარე პროცესებს, როდესაც იზოლირებულ სისტემას გარემოსთან თბოგაცვლის საშუალება არა აქვს (აირის შიკვამში, მაგალითად, დიუარის დახშულ ჭურჭელში) ან როდესაც პროცესი ისე სწრაფად მიმდინარეობს, რომ სისტემა საერთოდ ვერ ასწრებს თბოგაცვლას გარემოსთან. ამ დროს მუშაობა სისტემის შინაგანი ენერჯიის გაზრდას ხმარდება და იგი, ცხადია, თბება. დაშვებულ საბურავში, მაგალითად, ჰაერის ხელის ტუმბოთი დაწნეხისას, ამ უკანასკნელის გათბობა თვალსაჩინოდ მიუთითებს ადიბატური პროცესის რეალობაზე.

115. არამარტო „ოპროს წვიმა“

ჟანგბადის ატომების მოლეკულებად შეერთება, მართალია, საკმაო ენერჯიის გამოანთავისუფლებს და ამ ატომების საერთო რაოდენობაც დიდია ტროპოსფეროში, მაგრამ აქ მხედველობაშია მისაღები ერთი გარემოება: ეს ენერჯია ჰაერის ძალიან დიდ მოცულობაშია განაწილებული. კონცენტრაციის სიმცირე კი ამ (და სხვა — ქარის, მზის სხივების, ზღვის ტალღების) ენერჯიის რეალური გამოყენების შესაძლებლობას უაღრესად აძნელებს.

116. მებტი სითბო, ნაკლები სიმძლავრე?

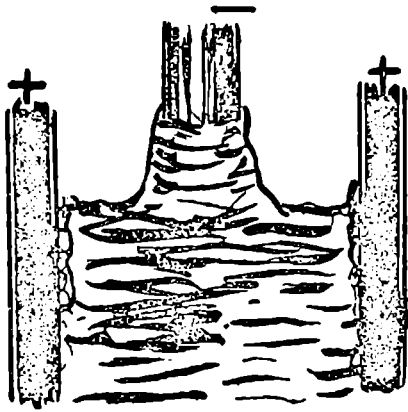
ჩვეულებრივი ნავთობის წვის დროს წარმოიქმნება აირადი და წყლის ორთქლი; საქშენის სამუშაო ტემპერატურაზე მათ საკმაოდ დიდი მოცულობა უკავიათ. ასეთი დიდი მოცულობის აირის ჭავლის გარეთ გატყორცნა კი მნიშვნელოვან წვეცის ძალას ანვითარებს.

ცხრილი 3

წვის პროდუქტების მასსიათებლება

საწვავი	წვის პროდუქტები	t <sub>ლ</sub>	t <sub>მზა</sub>	1 კგ ნავთობის მოცულობა 2300°-ზე, ლ
ნავთობი	CO <sub>2</sub>	-56,5	-78,5	4240
წყალბადი	H <sub>2</sub> O	0	100	10361
მაგნიუმი	MgO	>2800	3600	0,3
ალუმინი	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2050	2780	0,3
ლითიუმი	Li <sub>2</sub> O	>1700	2600	0,5
ბერილიუმი	BeO	2520	3700	0,35

რაც შეეხება ლითონთა წვის პროდუქტებს, ისინი სრულიად უმნიშვნელო, თითქმის ოცი ათასჯერ ნაკლები მოცულობის მქონე მყარი ჟანგეულების სახით გვექნება (მათი ლლობის მდელი ტემპერატურის გამო), ვიდრე ზემოხსენებულ აირებს აქვთ და, ცხადია, რომ საქშენიდან გატყორცნის დროს ამდენჯერვე ნაკლებ წვეცის ძალას განავითარებს.



## XII. ელექტროლიზი და ქიმიკა

### 117. რატომ ხდება ელექტროლიზი?

ელექტროლიზი იმ მოვლენის შედეგია, რომ ელექტროლიტში (წყალხსნარში, გალღვალ მარილის მასაში და სხვ.) ელექტრონებს არ შეუძლიათ მოძრაობა — დენის გატარების შედეგად იქ მხოლოდ ათასჯერ და ათათასჯერ უფრო მსხვილი, დადებითად თუ უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკები — იონები გადაადგილდებიან შესაბამისად კათოდისა და ანოდისაკენ.

რაც შეეხება ე. წ. პირველი რიგის გამტარებს (ლითონები, შენადნობები და სხვ.), მათი ელექტროგამტარობა მხოლოდ თავისუფალი ელექტრონების მოძრაობაზეა დამყარებული.

### 118. ბუნების სველაზე ზუსტი კანონი — ემვის კვეთ!

ის ფაქტი, რომ არც წყალხსნარებისა და არც გალღვალ მარილების ელექტროლიზის დროს დენით გამოსავალი თითქმის არასოდეს არ უდრის 100%-ს, სრულებითაც არ გულისხმობს ფარადეის მიერ ჩამოყალიბებული კანონების უზუსტობას. დენით გამოსავლის შემცირება, რაც ზოგჯერ მეტად საგრძნობ სიდიდეს აღწევს, სხვადასხვა მეორადი რეაქციების შედეგია. ჩვენ გვინტერესებს და ყურადღებას ვაქცევთ ჩვენთვის სასურველი ნივთიერების რაოდენობას, ელექტროლიზის დროს კი ანოდსა და კათოდზე სხვა ნაერთებიც გამოიყოფა, რომელთა რაოდენობასაც მხედველობაში არ იღებენ ხოლმე; მაგრამ დენი ხომ მათ მიღებაზედაც იხარჯება? გარდა ამისა, დიდი როლი ეთმო-



ბა ელექტროლიზის პროდუქტების უკუშეერთებას, კათოდზე გამოყოფილი ლითონის გახსნას თავისთავად მარილში, რაც ხშირად დიდ სიდიდეს აღწევს ხოლმე, და სხვ. ყოველივე ამან შეიძლება საგრძნობლად შეამციროს ჩვენთვის სასურველი რომელიმე ერთი ნივთიერების გამოსავალი, მაგრამ საერთო ჯამში ელექტროდებზე განმუხტული ნივთიერებების რაოდენობა ზუსტად შეესაბამება ფარადეის მიერ დადგენილ კანონზომიერებებს. ასე რომ, მათ უაღრეს სიზუსტეში ექვის შეტანა არ იქნებოდა მართებული.

#### 119. ელექტროგამტარობა შემცირების ნაცვლად იზრდება

მართალია, ლითიუმი ოთხჯერ ნაკლები ელექტროგამტარობით ხასიათდება, მაგრამ თუ სპილენძსა და მის შენადნობებს სულ მცირე (0,012%) ლითიუმს დავუმატებთ, იგი საგრძნობლად გააუმჯობესებს მათ მექანიკურ მახასიათებლებსა და ელექტროგამტარობას. ეს აიხსნება ლითიუმის თვისებით — შებოჭოს სპილენძის, აგრეთვე თუთიის, ტყვიის, კალის, ვერცხლისა და ალუმინის შენადნობებში ჩარჩენილი წყალბადი, აზოტი, ჟანგეულები და სულფიდები, რომლებიც მცირე რაოდენობითაც საგრძნობლად აქვეითებენ ამ შენადნობების ელექტროგამტარობას.

იმავე მიზეზით ლითიუმი დადებითად მოქმედებს თუჯზედაც — 5%-ით აღიღებს მის სისალეს და წინაღობას გაგლეჯაზე, ზრდის თხევადდენადობას, რაც ესოდენ მნიშვნელოვანია საჩამოსხმო საქმისათვის.

#### 120. ძნელად და ადვილად!

ბარიუმის ან სტრონციუმის გამლღვალი მარილების, კერძოდ, ქლორიდების ელექტროლიზის პროცესი თითქოს კარგად მიმდინარეობს, მაგრამ კათოდზე ლითონი არ გამოილექება: საქმე ის გახლავთ, რომ ეს ლითონი მეტალურ ფაზამდე აღდგენას ვერ ასწრებს — მყისვე იხსნება თავისთავად მარილში.

ეს უაღრესად საინტერესო მოვლენა მეტნაკლებად შეიმჩნევა სხვა ქიმიურად აქტიური ლითონების მიმართაც, — წარმოიქმნება დაბალვალენტიანი ე. წ. სუბნაერთები — სუბქლორიდები —  $\text{CaCl}$ ,  $\text{BaCl}$ -ის ტიპისა, სუბფტორიდები —  $\text{AlF}$  ტიპისა, სუბოქსიდები და სხვ.). ბარიუმისა და სტრონციუმის შემთხვევაში ეს ხსნადობა იმდენად დიდია, რომ საერთოდ გამორიცხავს სუფთა ლითონის მიღების შესაძლებლობას გამლღვალი მარილების უშუალო ელექტროლიზით.

საქმე იმაშია, რომ მაგნიუმი მიიღება არა სუფთა  $MgCl_2$ -ის, არამედ უწყლო კარნალიტის  $MgCl_2 \cdot KCl$ -ის ელექტროლიზით. პრაქტიკამ აჩვენა, რომ ამ ნარევეში პირველი კომპონენტის რაოდენობა 15—20%-ს არ უნდა აღემატებოდეს. ჩვენს შემთხვევაში მისი შემცველობა, მართალია, შემცირებულია (16% ნაცვლად 20%-ისა), მაგრამ არა იმდენად, რომ მისი დამატება იყოს საჭირო.

რაც შეეხება დენით გამოსავლის დაცემას, ამის მიზეზი უმრავლეს შემთხვევაში არის არა მაგნიუმქლორის უკმარისობა, არამედ კათოდზე წარმოქმნილი მაგნიუმის მცირე წვეთების დაქანგვა: მათი ზედაპირი გარედან იფარება ქანგის  $MgO$ -ს ფენით, რაც ხელს უშლის მაგნიუმის მსხვილ წვეთებად გაერთიანებას და ელექტროლიტისაგან გამოცალკეებას; ეს იწვევს მაგნიუმის წვრილი ნაწილაკების სახით გაფანტვას გამლღვალ ელექტროლიტში, რაც საგრძნობლად აქვეითებს დენით გამოსავალს. ამის საწინააღმდეგოდ ელექტროლიტს ამატებენ ხოლმე ტუტემიწა ლითონების ფტორიდებს ან ქლორიდებს. პრაქტიკაში უფრო მოსახერხებელი გამოდგა ამ მიზნით  $BaCl_2$ -ის ან  $CaCl_2$ -ის მირევა 1—2%-ის რაოდენობით. ორივე მათგანი კარგად ხსნის  $MgO$ -ს თხელ ფენას. მაგნიუმის გამსხვილებული წვეთები ადვილად ერთდებიან დიდ მასად და ამოტივტივდებიან ზედაპირზე — გროვდებიან კათოდურ არეში. დენით გამოსავალი მკვეთრად იზრდება.

მაშასადამე, ოსტატი-მეაბაზანე სწორად მოქცეულა, როდესაც ელექტროლიტს კალციუმქლორი დაამატა.

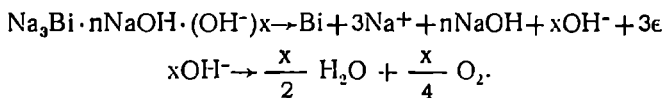
## 122. მებალი გამოიყოფა ... ანოდზე!

უკრაინელ მეცნიერ-მკვლევართა ეს აღმოჩენა (დიახ, იგი 1975 წ. რეგისტრირებულია. როგორც მნიშვნელოვანი აღმოჩენა — დიპლომი № 155, ავტორები: ი. დელიმარსკი, ო. ზარუბიციკი, ვ. ბუდნიკი) პირველად დადგენილი იყო ტყვია-ბისმუტის შენადნობის გამლღვალ ტუტის გარემოში ელექტრორაფინირების დროს.

სრულიად აშკარად კათოდურ შენადნობში ბისმუტის შემცველობა 1,5%-დან 0,06%-მდე (ე. ი. 25-ჯერ) მცირდებოდა, ანოდზე კი 2,24%-მდე იზრდებოდა, რაც უდავოდ ლითონის ანოდისაკენ გადანაცვლების მომასწავებელი იყო.

შემდგომ კვლევათა ანალიზის საფუძველზე გაირკვა ამ საკვირველი მოვლენის მექანიზმი: საწყის საფეხურზე კათოდზე ხდება ქიმიურად აქტიური ტუტე (ან ტუტემიწა) მეტალის იონის განმუხტვა, რო-

მელიც შენადნობის ერთ-ერთ კომპონენტთან (ბისმუტთან) წარმოქმნის ე. წ. ინტერმეტალურ ნაერთს —  $\text{Na}_3\text{Bi}$ ; ეს ნაერთი უხსნადია კათოდის მასაში, რის გამოც სუსპენზიის სახით განიბნევა გამლღვალ ელექტროლიტში. წარმოიქმნება უარყოფითად დამუხტული კოლოიდური ნაწილაკები (მიცელები), რომლებიც წარიტაცებიან ანოდისაკენ, სადაც პოტენციალის მინიმალური სიდიდის შემთხვევაში განიშუბტებიან მეტალური ბისმუტის გამოყოფით:



ტუტის ნაცვლად ელექტროლიტად შესაძლებელი აღმოჩნდა ტუტემიწა მეტალების ქლორიდების გამოყენება.

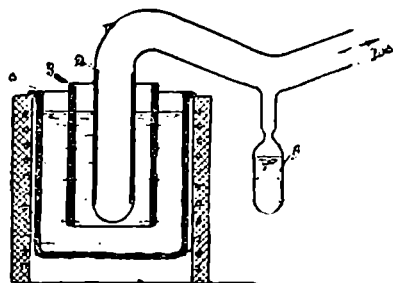
ანალოგიურად მიმდინარეობს დარიშხანას, ანთიმონის, კალის, ტყვიისა და სხვათა ინტერმეტალიდების ანოდური დაჟანგვის პროცესები. აღნიშნული მოვლენის საფუძველზე დამუშავებულია მეტალთა კათოდური და კათოდურ-ანოდური რაფინირების ორი ხერხი.

### 123. მატალების მიღება ... მინის ელექტროლიტით!

იგულისხმება მაღალი სისუფთავის ტუტე ლითონების მიღების ე. წ. ვაკუუმ-ელექტროქიმიური მეთოდი. მისი არსი შემდეგში მდგომარეობს: ელექტროლიტად გამოყენებულია შესაბამისი ლითონის გამლღვალ მარილი (ნიტრატი), რომელშიც ჩაშვებულია იმავე ტუტე

ვაკუუმ-ელექტროქიმიური დანადგარის სქემა.

1 — სპეციალური მინის მეზრანა; 2 — კათოდი; 3 — პიროლიზური გრაფიტის ანოდი; 4 — ნიკელის აბაზანა; 5 — ტუტე ლითონის შემკრები

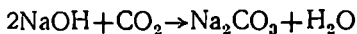


ლითონის შემცველი მინის სინჯარა, რომელიც მაღალი გაიშვიათების მქონე ვაკუუმ-სისტემას უერთდება ( $2 \cdot 10^{-6}$  მმ ვ. წ. სვ.). სინჯარა შიგნიდან დაფარულია კოლოიდ-გრაფიტის სუსპენზიით, რომელიც მეზრანისა და მყარი ელექტროლიტის როლს თამაშობს. საკმაოდ მაღალი

(50—60 ვ) მუდმივი ელექტროველის გავლენით, მემბრანასთან მიმდებარე ელექტროლიტის ფენიდან ტუტე ლითონის იონი წარიტაცება იონური გამტარობის მქონე მინის მიკროდეფექტებით. იონების განმუხტვა ხდება მყარი ელექტროლიტის (მინისა) და ვაკუუმის გამყოფ ზედაპირზე. პროცესი სელექციურად ხორციელდება და მაღალი სისუფთავის ლითონს გვაძლევს.

#### 124. ხელსაყრელია და მაინც არ ამაბიძგენი

როცა  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ს ეუმატებთ გამლღვალ  $\text{NaOH}$ -ს, ელექტროლიზის პროცესს, მართალია, საგრძნობლად ვაუმჯობესებთ და დენით გამოსავალსაც ვზრდით, მაგრამ პრაქტიკაში ამას არ ვიყენებთ: ცნობილია, რომ ნატრიუმის ტუტე (მით უმეტეს გამლღვალ მდგომარეობაში) ხარბად შთანთქავს ჰაერში მყოფ ნახშირორჟანგს:



ასე რომ, ელექტროლიტში  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ჩვენი ჩარევის გარეშეც საკმაო რაოდენობით გროვდება.

#### 125. რატომ არის უარყოფილი იოლი გზა?

ტიტანოხლორიდის გამოყენებას ელექტროლიტად ხელს უშლის ის გარემოება, რომ იგი, სხვა გამლღვალი ელექტროლიტებისაგან განსხვავებით, სრულებით არ ატარებს დენს. მისი ელექტროლიტური დისოციაციის ხარისხი პრაქტიკულად ნულის ტოლია, ხოლო დიელექტრული მუდმივა მეტად მცირეა (2,73). საინტერესოა, რომ ტუტე და ტუტემიწა ლითონთა მარილებთან  $\text{TiCl}_4$  არ შეილღობა, ხოლო ის მარილები, რომლებიც მას ხსნიან, არ დისოციირებს.

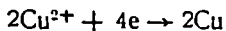
ყოველივე ამას ზედ ერთვის  $\text{TiCl}_4$ -ის მიღებისა და გაწმენდის სირთულე და მოხმარების სიძნელე. საკმარისია აღვნიშნოთ, რომ ჰიდროლიზის გამო იგი ჰაერზე ძლიერ ბოლავს და დიდი რაოდენობით წარმოქმნის სქელ, გაუმჟებრებელ თეთრ ნისლს.

#### 126. როგორ მივიღოთ ბარიუმის ტუტე?

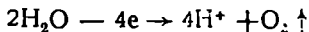
უფროსი კოლეგა მართალია — კონცენტრირებული გოგირდმჟავა თუმცა ბარიუმსულფატს ხსნის, მაგრამ ხსნარის ელექტროლიზის პროცესი არ დაიწყება, ვინაიდან ძლიერ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა დენს სრულებით არ ატარებს — მისი დისოციაციის ხარისხი ნულის ტოლია!

აღწერილი შეუსაბამობის გასარკვევად მიეუყვით პროცესის მსკლე-  
ლობას:

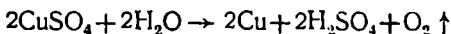
სპილენძის სულფატის წყალხსნარის ელექტროლიზის შედეგად კა-  
თოდზე გამოილეკება სპილენძი:



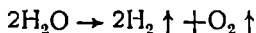
ეს ელექტრონები წაერთმევა ანოდზე განმუხტულ ჟანგბადს:



— რაც იმას ნიშნავს, რომ გამოლეკილი სპილენძის ეკვივალენტური  
რაოდენობით ხსნარში წარმოიქმნება მჟავა:



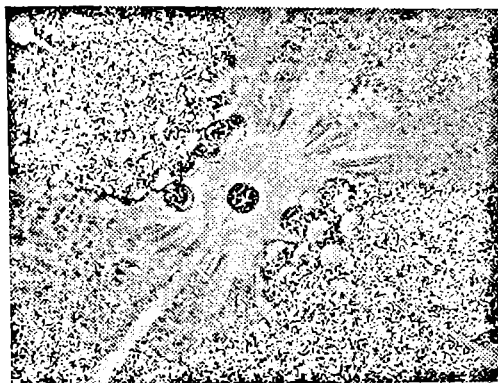
გოგირდმჟავას წყალხსნარი, როგორც ვიცით, კარგი ელექტრო-  
ლიტია, ამიტომ ხსნარში მყოფი სპილენძის მთლიანად გამოლეკვის შემ-  
დეგაც კი ელექტროლიზის პროცესი ისევე გაგრძელდება, როგორც მა-  
ნამდე მიმდინარეობდა, მაგრამ ახლა უკვე გვექნება წყლის ელექტრო-  
ლიზის პროცესი, რომლის მიმდინარეობისას კათოდზე წყალბადი გა-  
ნიმუხტება:



ვინაიდან ელექტროლიზი არ შეწყვეტილა, გამოუცდლობის გამო  
მოსწავლეს ეგონა, რომ კათოდზე სულ სპილენძი გამოიყოფოდა, რაც,  
ცხადია, მართებული არ გახლავთ.

## 128. ისაჰ თეორია და პრაქტიკა!

ის გარემოება, რომ იონთა გამოყოფის პოტენციალების ერთი და  
იმავე სიდიდის მიუხედავად,  $\text{LiCl} + \text{KCl}$ -ის ნაზაეიდან კათოდზე თით-  
ქმის მხოლოდ ლითიუმი (99%) გამოიყოფა, გაპირობებულია კალიუ-  
მის უხნადობით ლითიუმში. ელექტროდზე კალიუმიც განიმუხტება,  
მაგრამ იგი ცალკე ფაზას წარმოქმნის და ძლიერი აქტიურობის გამო  
ადვილად იჟანგება — ისევე იხსნება ლლობილში.



### XIII. „ჩვეულებრივი რითონები“

#### 129. რადიუმი — დედამიწაზე მითი?

განგარიშება, ცხადია, არ არის მართებული, ვინაიდან არასწორ მოსაზრებას ეყრდნობა. დედამიწაზე ამჟამად არსებული რადიუმი არის არა იმ რადიუმის ნარჩენი, რომელიც ასეთი უსაზღვრო რაოდენობით შეიძლებოდა ყოფილიყო ბუნებაში. რადიუმი ელემენტი თორიუმის რადიოაქტიური დაშლის ერთ-ერთ საფეხურზე წარმოიქმნება და თვითონაც იშლება რადონის გამოყოფით. რაც შეეხება თორიუმს, იგი ბუნებაში მხოლოდ იმიტომ შემორჩა, რომ მისი ნახევრად დაშლის პერიოდი საკმაოდ ხანგრძლივია —  $1,2 \cdot 10^{10}$  (თორმეტი მილიარდი) წელს აღწევს.

#### 130. რადიაქტიური დაზღა სითვის არ გამოყოფს!

ამა თუ იმ ელემენტის ატომგულის ნეიტრონებით დასეტყვა ყოველთვის მომდევნო ნომრის ელემენტის ატომგულს გვაძლევს. მაგრამ აღმოჩნდა ერთადერთი გამონაკლისიც ურანის სახით. ამ უცნაურ მოვლენას პირველად ცნობილმა იტალიელმა ფიზიკოსმა ე. ფერმიმ აულო ალლო. დადგინდა, რომ ნეიტრონის შთანთქმის შედეგად ურანი (№ 92) მის მომდევნო ახალ № 93 ელემენტად ნეპტუნიუმად გარდაქმნის ნაცვლად, გვაძლევს უფრო მსუბუქ ელემენტებს პერიოდული სისტემის შუა ნაწილიდან! ამ საკვირველი მოვლენის გაცხიველებულმა შესწავლამ ჯერ კიდევ ორმოციან წლებში მეცნიერები მიიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ არსებობს ატომგულური რეაქციების მანამდე უცნობი ტიპი:

ნეიტრონის შთანთქმა იწვევს ურანის ატომგულის ძლიერ აგზნებას, რის შედეგადაც იგი იხლიჩება ორ, თითქმის თანაბარ ნაწილადად, მაგალითად, ბარიუმისა და კრიპტონის ან ლანთანისა და ბრომის ატომგულებად. წარმოქმნილ „ნატეხებს“ დიდი დადებითი ელექტრული მუხტი აქვთ, რის გამოც ძლიერად განიზიდებიან ერთმანეთიდან და ენერჯის დიდი მარაგით განიტყორცნებიან სხვადასხვა მხარეს. ვინაიდან ყოველი „ნატეხი“ თავის დიდ სიჩქარეს (15000 კმ/წმ) მოკლე მანძილზე ახშობს ურანისავე მასაში, ამიტომ მათი მთელი კინეტიკური ენერჯია გადადის სითბოდ. ეს იწვევს ურანის მასის გადახურებას. სწორედ ამის მეოხებით და არა უშუალოდ ატომგულური რეაქციის შედეგად იბადება მძლავრი თბური ენერჯია — 50 მილიონჯერ მეტი, ვიდრე ნახშირის თბოუნარიანობაა.

### 131. იშვიათია თუ არა იშვიათი მატალეზი?

იშვიათი მეტალის ცნება ისტორიულად არის ჩამოყალიბებული და საკმაოდ პირობითია. ეს ცნება არა მარტო მათ გეოქიმიურად იშვიათ გავრცელებაზე მიგვითითებს. ძირითადი მნიშვნელობა ამ განსაზღვრაში აქვს იმ გარემოებას, რომ თავისებური ქიმიური ბუნების გამოისობით ამ ელემენტთა შემცველი მადნების მოპოვება, გამდიდრება და მიღებული კონცენტრატებიდან სუფთა ელემენტის ამოღება მაღალ ტექნოლოგიურ კულტურას მოითხოვს. განსაკუთრებით რთულია უაღრესად დიდი სისუფთავის ელემენტების გამოყოფა. აღნიშნულის გამო ამ მეტალების შესწავლა და ახალი ტექნიკისათვის საჭირო იშვიათ თვისებათა გამოვლინება, მათი მეცნიერებისა და პრაქტიკის სამსახურში ჩაყენება მხოლოდ უკანასკნელ წლებში გახდა შესაძლებელი, მას შემდეგ, რაც ადამიანი ანალიზის უაღრესად ზუსტ და ეფექტურ თანამედროვე მეთოდებს დაეუფლა.

ის მეტალები, რომლებიც უკანასკნელი ათეული წლების მანძილზე საკმაოდ კარგად იქნა ათვისებული, ჩვეულებრივად უკვე არა იშვიათი, არამედ „ახალი ტექნიკის მეტალების“ სახელით იხსენიება. ასეთებია, კერძოდ, ვოლფრამი, მოლიბდენი, ურანი, ტიტანი, ბერილიუმი, ლითიუმი და ზოგიერთი სხვა.

მათი რიცხვი წლიდან წლამდე იზრდება.

### 132. ურანი და თორიუმი რომ არ ყოფილიყო დედამიწაზე...

ურანისა და თორიუმის გარეშე არამცთუ ატომგულური ენერჯეტიკა არ გვექნებოდა, არამედ რადიაქტიურობის მოვლენებსაც ვერ აღმოვაჩენდით (ჯერჯერობით მაინც). ამ ორი ბუნებრივი რადიაქტიური

ელემენტის გარეშე ელემენტთა პერიოდული სისტემა გაცილებით შეკვეცილი სახით წარმოგვიდგებოდა — შვიდის ნაცვლად, მხოლოდ ექვსი და ისიც არასრული პერიოდი გვექნებოდა და იგი № 83 ელემენტით — ბისმუტით დამთავრდებოდა! რატომ? იმიტომ, რომ არამცთუ რადიუმის, არამედ ურანზე უფრო მძიმე სხვა (ამჟამად უკვე 13) ელემენტის წარმოქმნა სწორედ ურანისა და თორიუმის არსებობით არის გაპირობებული (იხ. № 136). კემშიარითად საკვირველად უღერს დ. მენდელეევის წინასწარმეტყველება — ბევრ ახალ სიტყვას ქიმიაში სწორედ ურანისაგან უნდა მოველოდეთო.

მაგრამ იქნებ ჯერ კიდევ სრული სისავსით არ გაუმჟღავნებია ბევრი სხვა საიდუმლო ამ საკვირველ ელემენტს? ხომ არ იმალება სწორედ მასში ბუნების შეცნობის სხვა გასაღებიც?

ამას მომავალი გვიჩვენებს.

### 133. ოპროს აქცივიზ... მერცხლისწყლად!

ამჟამად ტექნიკას, მართალია, აქვს საშუალება ვერცხლისწყალი გადააქციოს ოქროდ, მაგრამ ასეთი რამ ჯერჯერობით მაინც ეკონომიურად გამართლებული არ არის. რაც შეეხება ოქროს გადაქცევას ვერცხლისწყლად, ეს გაპირობებულია იმ გარემოებით, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში აუცილებელია ვერცხლისწყლის ერთ-ერთი საჭირო იზოტოპის მიღება, რაც სწორედ ოქროს გარდაქმნით არის შესაძლებელი. ამ შემთხვევაში ფასს უკვე აღარ აქვს რაიმე არსებითი მნიშვნელობა.

### 134. მიტალი ლღვივაა +30°-ზე, ხოლო —30°-ზე თხევად მდგომარეობაშია!

ასეთი საკვირველი თვისება ერთ-ერთ იშვიათ მეტალს — გალიუმს აღმოაჩნდა: მართალია, იგი 30°-ზე ლღვება და, მაშასადამე, უფრო დაბალ ტემპერატურაზე მყარ მდგომარეობაში უნდა იყოს, მაგრამ ამასთანავე მას აქვს უნიკალური თვისება — თვეობით დაპყოს გადაცივებულ (თხევად) მდგომარეობაში, ზოგჯერ — 40°-მდეც კი. მხოლოდ შენჯღრევას ან კრისტალის ჩაგდებას შეუძლია გამოიწვიოს მისი მეყსეული გამყარება. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ეს პროცესი ძალიან სწრაფად ვითარდება და მოცულობა ამ დროს საგრძნობლად მატულობს\*, ამიტომ გარკვეულ პირობებში ძლიერ მაღალი, 1000 ატმოსფერომდე წნევაც კი ვითარდება.

\* გალიუმი ერთ-ერთია იმ ექვს ნივთიერებათაგან, რომელთა კუთრი წონა მყარ მდგომარეობაში უფრო ნაკლებია, ვიდრე თხევად მდგომარეობაში: გალიუმის ნივთიერება ტიპიურად გამლღვალ ლითონში. ცნობილია, რომ სუფთა ელემენტებიდან ასეთივე თვისება აქვს მხოლოდ ბისმუტსა და ანთიმონს, ნაერთებიდან კი თუჯს, ვინუსსა და პარაფინს.



მეტალთა „ვიტამინებად“ იწოდება ამა თუ იმ ელემენტის ისეთი მცირე, პროცენტის მებასედი და მებაათასედი რაოდენობის დანამატი, რომელიც ძირეულად აუმჯობესებს ფოლადისა და სხვა შენადნობების თვისებებს.

წყალქვეშა ნავებისა და ჰიდროთვითმფრინავების ნაკეთობა სპილენძის შენადნობებისაგან მზადდება. მაგრამ მას ზღვის წყალი უმოწყალოდ ჭამს. საკმარისია ამ შენადნობს იშვიათი მეტალის — ინდიუმის უმნიშვნელო რაოდენობა დავუმატოთ, რომ იგი „გაკეთილშობილდეს“ — ზღვის წყალი უკვე ვეღარაფერს აკლებს მას; ინდიუმი თვით ოქროს, ვერცხლსა და პალადიუმსაც კი აკეთილშობილებს. სწორედ ასეთი შემადგენლობებისაგანაა დამზადებული პროექტორების ამრეკლი სარკეები. ეს იშვიათი მეტალი საავიაციო ძრავას საკისარის მასალაშიც შედის.

საავიაციო და ავტომანქანის ძრავას მუხლა ლილვების ფოლადისათვის აუცილებელი აღმოჩნდა 0,15% ვანადიუმის დამატება; ასეთი ფოლადი აღარ იღლება. ცნობილია გამოთქმა: „ვანადიუმი რომ არ ყოფილიყო, ავტომობილიც აღარ იქნებოდა“.

სპილენძს განსაკუთრებით აკეთილშობილებს ბერილიუმი. ბერილიუმიანი ბრინჯაოები გამოირჩევა კოროზიული მედეგობით, მაღალი სისალით, იშვიათი დეკორაციული ფერით, ელასტიკურობით, მოლუნვისას დაუღლელობით და სხვ.

ასევე დადებითად მოქმედებს ბერილიუმი (და გალიუმი) ალუმინსა და მაგნიუმზედაც.

თალიუმს მცირე რაოდენობით ვერცხლსაც კი ურევენ, ხოლო 0,05—0,1% ტიტანი ძირეულად ცვლის ტყვიის თვისებებს.

ასეთი „ვიტამინები“ ძნელლობადი, ლეგირებული და მათ შორის სხვადასხვა მარკის ნაირგვარი უქანგავი ფოლადებისათვისაც საკმარის რაოდენობით არის გამონახული.

### 136. ზვიან დაფასებული სიკეთე

ატომგულურ ენერგეტიკაში ცირკონიუმის გამოყენება განაპირობა ანალიზის უაღრესად ზუსტი მეთოდების დაუფლებამ. სწორედ მათი მეშვეობით მოხერხდა 50-იან წლებში დაედგინათ, რომ ცირკონიუმის მიერ ნეიტრონების შთანთქმის დიდ განიკვეთს განაპირობებს... ჰაფნიუმის მინარევი ჰაფნიუმი, როგორც ცნობილია, ცირკონიუმის ქიმიურ ორეულს წარმოადგენს და „სუფთა“ ცირკონიუმშიც კი ყოველთვის

არის 1—2,5%-ის რაოდენობით. მას ნეიტრონების შთანთქმის იმდენად დიდი განივკვეთი აქვს (120 ბარნი), რომ მისი უმნიშვნელო რაოდენობაც საკმარისია ცირკონიუმის ხარისხის დასაქვეითებლად. ეს ელემენტები ისეთ ძლიერ ქიმიურ ურთიერთმსაგავსებას იჩენენ, რომ დიდხანს მათი არამტოვ დაცილება, ანალიზური განსაზღვრაც კი დიდ სიძნელეს წარმოადგენდა. მაგრამ ქიმიკოსებმა მაინც მოახერხეს ამ პრობლემის დადებითად გადაჭრა და მხოლოდ ამის შემდეგ გამოიკვია, რომ მაღალი სისუფთავის ცირკონიუმის მიერ თბური ნეიტრონების\* შთანთქმის განივკვეთი საკმაოდ მცირეა — 0,18 ბარნი, ე. ი. იმავე რიგისაა, რაც ალუმინისა (0,215 ბარნი) და მაგნიუმისათვის (0,059 ბარნი). ეს სიდიდე გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ჩვეულებრივ საკონსტრუქციო ლითონებს — რკინას, ნიკელს ან სპილენძს აქვთ (სათანადოდ 2,53; 4,5 და 3,59 ბარნი).

ცირკონიუმის ამ თვისებამ, სხვა დადებით მახასიათებლებთან ერთად, განაპირობა განსაკუთრებული სიწმინდის ცირკონიუმის გამოყენება ატომური ქვაბების საკონსტრუქციო მასალად.

### 137. რატომ არ იხლიჩება ბუნებრივი ურანი?

ბუნებრივი ურანი სამი იზოტოპისაგან შედგება. 233U (ანუ UII), 235U (აქტინოურანი, AcU) და 238U (ანუ UT). ამათგან მხოლოდ პირველ ორს აქვს თვითნებური დაშლის (ნეიტრონების შთანთქმის შედეგად ატომგულის დაახლოებით ორ თანაბარ ნაწილად გახლეჩის) უნარი. მაგრამ ამ ორი იზოტოპის შემცველობა ბუნებრივ ურანში ძალზე მცირეა (შესაბამისად 0,0051 და 0,71%). ძირითადი მასა კი 238U იზოტოპისაგან შედგება (99,29%), რომელსაც დაშლის, გახლეჩის უნარი არა აქვს, მიუხედავად იმისა, რომ ნეიტრონებს ხარბად შთანთქავს. ასე რომ, თუმცა 235U-ის ატომგულები ბუნებრივ ურანში იშლება და ნეიტრონებსაც გამოანთავისუფლებს, ეს უკანასკნელი თითქმის მთლიანად 238U-ის მიერ წარიტაცება. ეს გამორიცხავს დაშლა-დახლეჩის ჯაკვეური რეაქციის შვავისებურად განვითარებას.

ნეიტრონების შთანთქმის შედეგად, 238U, სხვა ელემენტების ანალოგიურად, გარდაიქმნება მის მომდევნო ელემენტად, — ჯერ ნეპტუნიუმად (239Np), ხოლო შემდეგ — უფრო მდგრად პლუტონიუმად (239Pu).

\* „თბური“ ეწოდება ნაკლები ენერჯიის მქონე ნეიტრონებს, განსხვავებით ატომგულების გახლეჩის შედეგად წარმოქმნილი დიდი (ას მილიონჯერ მეტი) ენერჯიის მქონე „ჩქარი“ ნეიტრონებისაგან.

აღნიშნულის გამო ბუნებრივ ურანში ახლად წარმოქმნილი ნეიტრონების რიცხვი ყოველთვის ნაკლებია, ვიდრე ჯაჭვური რეაქციის განვითარებისათვის არის საჭირო. ამიტომ ცხადია, რომ ბუნებრივი ურანი არ შეიძლება თვითნებურად გაიხლიჩოს.

მაგრამ ბუნება საწინააღმდეგო პარადოქსსაც გვთავაზობს: დასავლეთ აფრიკაში, გაბონის ტერიტორიაზე, ამ რამდენიმე ხნის წინათ მიაკვლიეს ადგილს, სადაც 1,7 მლნ წლის უკან თურმე ნამდვილი ატომგულური „ქვაბი“ ბობოქრობდა.

საიდან და როგორ?

ალბათ იქაურ ურანის მადანში როგორღაც მოხდა ურანის ხლეჩადი იზოტოპის  $^{235}\text{U}$ -ის დაგროვება ისეთი რაოდენობით, რომ ბიძგი მიეცა ატომგულური რეაქციის განვითარებას.

### 138. უცნაური პირობა... აფეთქებისათვის!

$^{233}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  და  $^{239}\text{Np}$  მძიმე ატომგულების დაშლის რეაქცია არსებითად განსხვავდება აფეთქების ჩვეულებრივი ქიმიური რეაქციისაგან: პირველ შემთხვევაში პროცესი გაცილებით ღრმად მიმდინარეობს — ხდება თვით ატომგულების გახლეჩა, მაშინ როდესაც ქიმიური პროცესი მხოლოდ და მხოლოდ გარეთა სავალენტო ელექტრონების შრეებით შემოიფარგლება.

როგორც უკვე გვქონდა აღნიშნული (№ 137), ატომგულური დაშლის ჯაჭვური რეაქცია განაპირობებს მისი (ატომგულის) გახლეჩის შედეგად 2—3 ნეიტრონის გამოტყორცნას, რომელთაგან ერთ-ერთი მაინც უნდა მოხვდეს ახალ ატომგულში; სწორედ ეს აძლევს რეაქციას შვავისებურ ხასიათს. ამისათვის კი საჭიროა ნეიტრონები უმიზნოდ არ გაიფანტოს გარემოში. ან არ მოხდეს მათი შთანთქმა არასასურველი მინარევების მიერ. ამ უკანასკნელი პირობის შესასრულებლად ატომგულური საწვავი უაღრესად სუფთა უნდა იყოს. ურანში, რომელიც ჯერჯერობით ატომგულური ენერგეტიკის მთავარ მასალად რჩება, ზოგიერთი აქტიური მინარევი, კერძოდ, ნეიტრონების კარგი შთანთქმის უნარის მქონე ელემენტები — ბორის, კადმიუმის ან იშვიათმიწა ლითონების საერთო რაოდენობა  $10^{-6}$ — $10^{-5}\%$ -ს არ უნდა აღემატებოდეს.

რაც შეეხება ნეიტრონების გარემო ატმოსფეროში გაფანტვის „აკრძალვას“, ეს შესაძლებელია ხლეჩადი მასის რაოდენობის გაზრდით და მისი ზედაპირის შემცირებით. ცხადია, რომ რაც უფრო დიდია მასა, მით უფრო მცირე კუთრი ზედაპირით ხასიათდება იგი. არსებობს ე. წ. „კრიზისული მასა“, რის შემდეგაც ატომგულის მეყსეული დაშ-

ლის ჭაჭვეური რეაქცია ველარ ვითარდება. მაშასადამე, თუ ხლეჩადი ნივთიერება ამ კრიზისულ მასაზე უფრო მცირე რაოდენობითაა აღებული, გამოტყორცნილი ნეიტრონების დანაკარგი გარემოში იმდენად დიდი იქნება, რომ ისინი ველარ უზრუნველყოფენ დაშლის რეაქციის შვავისებურად განვითარებას.

კრიზისული მასისა და მისი შესაბამისი კრიზისული ზომების სიდიდე გაპირობებულია საწვავის გეომეტრიული ფორმითაც. ვინაიდან ყველაზე მცირე კუთრი ზედაპირი სფეროს აქვს, ამიტომ სფერულ სისტემას ნაკლები კრიზისული მასა ეთანადება; მაგრამ ატომგულური ენერგეტიკის პრაქტიკაში ამ ფორმის ქვების შექმნა მოუხერხებელია.

ნეიტრონების დანაკარგების შემცირების მიზნით ატომგულურ საწვავს უკეთებენ ნეიტრონების ამრეკნებს.

საწვავის შედგენილობის, მისი ფორმის, დანადგარის ტიპის, ნეიტრონების შემნელებელი ნივთიერებისა და ამრეკნი მოწყობილობის კონსტრუქციის შესაბამისად, კრიზისული მასის რაოდენობა რამდენიმე კილოგრამიდან ასეულ კილოგრამამდე იცვლება.



## XIV. ომის რაოინდელი ჩანანეჩებინ...

139. ნახეპარტონიანი რისხვა

ამფეთქი მასალის ჯოჯოხეთური ძალის „გასაღვიძებლად“ ფეთქის ბიძგის მიცემაა საჭირო. ინიციერებისათვის ჩვეულებრივად რომელიმე ადვილად ფეთქებად ნივთიერებას იყენებენ. გერმანულ საავიაციო ბომბებში, საარტილერიო ჭურვებსა და ნაღმებში ომის დროს ასეთებად ხშირად გამოყენებული იყო ხოლმე ჩვეულებრივი პიკრინმჟავას კოქები.

პიკრინმჟავა, ანუ ტრინიტროფენოლი —  $(NO_2)_3C_6H_2OH$  წარმოადგენს ადვილლობად ( $122,5^{\circ}C$ ), ძლიერ ყვითელი ფერის კრისტალურ ნივთიერებას. იგი აღმოჩენილია ორასიოდე წლის წინათ და მთელი ასი წლის მანძილზე ხმარობდნენ როგორც ინტენსიურ ყვითელ საღებავს. შემდგომ კი მის ძლიერ ამფეთქ თვისებებს მიაგნეს და დაიწყეს სამხედრო საქმეში გამოყენება. იაპონიაში მას „შიმოზა“ უწოდეს, საფრანგეთში — „მელინიტი“, ინგლისში — „ლიდიტი“.

პიკრინმჟავა მცირედ, მაგრამ მაინც იხსნება წყალში (~20 გ ყოველ ლიტრზე). სწორედ ეს თვისება იყო გამოყენებული კონკრეტულ შემთხვევაში მენალმეების მიერ: მოვახერხეთ გამდინარე წყლის ქაველის მიშვება დეტონატორის კოქებზე. როდესაც მათი ნაწილი გაიხსნა, კოქები დაპატარავდა და შესაძლებელი გახდა მათი ამოღება.

აფეთქების ცნება დამანგრეველის, მომზღველვის ბოროტ ძალასთან იყო (და ამჟამადაც არის) გაიგივებული. დამეთანხმებით, რომ არც უსაფუძვლოდ. ის, ვისაც ომის ქარცეცხლი გამოუვლია, სხვანაირად ვერც იფიქრებს. მაგრამ აფეთქების დიდი სიმძლავრე არა მარტო ნგრევისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ. აღწერილი შემთხვევაც ამის ერთ-ერთი დადასტურებაა.

მაინც რა უნდა მომხდარიყო?

მოვლენათა ანალიზმა დაგვარწმუნა, რომ საარტილერიო ჭურჭების ერთ-ერთი ჯგუფის აფეთქების ტალღამ ან გამოტყორცნილმა ნატეხმა გამოიწვია მდინარის მეორე ნაპირას განლაგებული მთელი შტაბელის აფეთქება: მასში 50 კგ-იანი 42 ჭურვი იყო დარჩენილი.

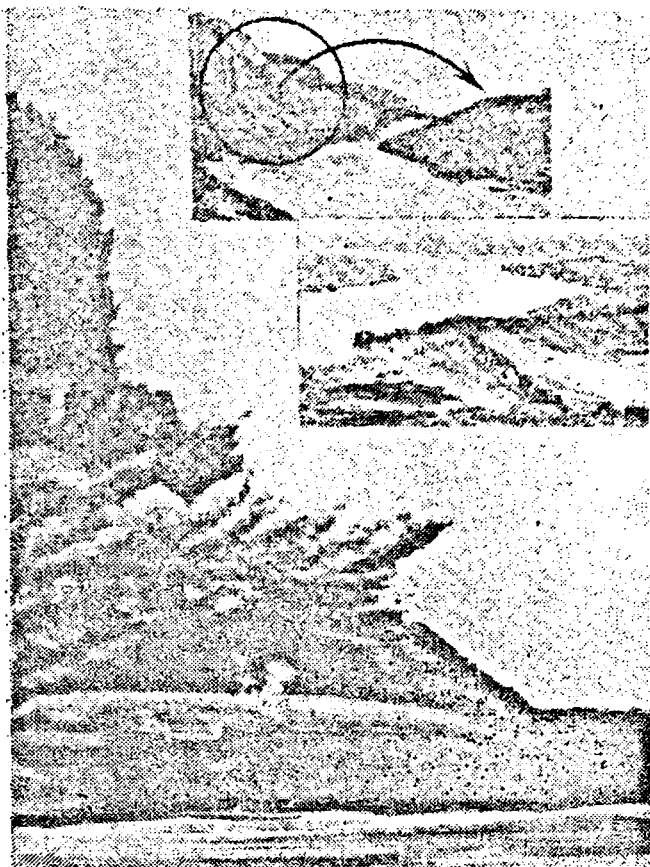
ასე იყო თუ ისე, აფეთქება იმდენად ძლიერი აღმოჩნდა, რომ ევება ღრმული წარმოქმნა, რომელმაც მდინარის მთელი სიგანე მოიცვა. სწორედ რომ უჩვეულო სანახაობა წარმოგვიდგა: წყალი ორი მხრიდან ხმაურით ეშვებოდა უზარმაზარ ორმოში.

კიდევ უფრო საკვირველი ის იყო, რომ აფეთქების ძლიერმა ტალღამ მდინარის მოპირდაპირე მხარეზე მომალლო ფლატედან მოგლიჯა გადმოხრილი ბორცვი სამი ვერხვით და თითქმის დაუზიანებლად „გადარგა“ მეორე ნაპირას!

ამჟამად, როდესაც აფეთქების არსისა და მექანიზმის მრავალმხრივი და უაღრესად გაცხოველებული კვლევების შედეგად უკვე ბევრი რამ დადგინდა და პრაქტიკულად გამოიკადა, ყოველივე ზემოხსენებული არც თუ ისე საკვირველად შეიძლება ჩაითვალოს. საქმე ეხება რამდენიმე მოვლენის გაუთვალისწინებლად ურთიერთდამთხვევას და ხშირად, როგორც პეტრე დიდი იტყოდა ხოლმე, „რაც არ მომხდარა, ისიც ხდება“.

საბჭოთა აკადემიკოსის მ. ლავრენტიევისა და მისი მოწაფეების მიერ დამუშავებულია მიმართული აფეთქებების მათემატიკურად ზუსტი თეორია. მასზე დაყრდნობით უკვე სიძნელეს აღარ წარმოადგენს, რომ აფეთქების ესოდენ მედგარი ძალა ეფექტურად გამოვიყენოთ ასეული ათასი და მილიონი კუბური მეტრი მთის ქანის რამდენიმე წამში ზუსტად ნავარაუდევ მანძილზე გადასაადგილებლად. მთავარი კი ის არის, რომ მთელი ოპერაცია წამებში მთავრდება.

ამ ოციორდე წლის წინათ ალათაუს მთებში მოახდინეს 2500 ტ ტროტილისა და ამონიტის ნარევის ასეთი წინასწარგამოზომილი აფეთქება. წამზე ნაკლებ დროში 2,5 მლნ მმ მთის ქანი (გრანიტი) გადასროლილ იქნა ზუსტად ნავარაუდევ ადგილას. ხეობა გადაიღობა 70 მ სი-



აფეთქება მშენებლობის სამსახურში

შაღლისა და 400 მ სიგანის კაშხალით, რომელიც ქალაქ ალმა-ათას სა-  
იმედოდ იცავს ღვარცოფების საშიში შემოტევებისაგან.

გასაკვირველი არ არის, რომ ადამიანის გამჭრიხმა გონებამ აფეთ-  
ქების მედგარ ძალას სხვა უამრავი და უაღრესად ეფექტური მშვიდო-  
ბიანი გამოყენების სფეროებიც გამოუნახა. საკმარისია დავასახელოთ  
აფეთქებით ლითონების დამუშავება — კრა, შედღელება, წნეხა, გან-  
შტკიცება, ტეიფრა, ახალი მასალების შექმნა და სხვ. აფეთქებით აღ-

წევინ უაღრესად მაღალ წნევებს, ტემპერატურებს, მაგნიტურ ველებს, სინათლის ნაკადებს, რაც უდიდეს შესაძლებლობებს ქმნის ახალი პროცესების დაუფლებისა და მათი ადამიანის სასარგებლოდ გამოყენების საქმეში.

#### 141. ბენზინი, შუსიკა და... ჰიზია

ბენზინისა თუ სხვა მსგავსი ნივთიერების ორთქლის აალება-აფეთქების ინიცირება რომელიმე დამყანგველი აგენტის, კერძოდ, უანგბადის გარემოში შეიძლება მოხდეს აფეთქებასაფრთხიანი ნარევის წარმოქმნის შედეგად. თხევადი ბენზინის ფენაში ტყვიის გავლამ კი აფეთქებისათვის საჭირო პირობები შეიძლება ვერ შექმნას. პირადად შევსწრებივარ: 1943 წ. ნოემბერში ტულის რკინიგზის სადგურის დაბომბვის დროს ბომბის ნატეხებისაგან დაზიანებული ცისტერნიდან ბენზინის ქაველი რომ მოედინებოდა, სადგურის სამხედრო კომენდანტმა ივაყ-კაცა და მოასწრო ხვრეტების ხის ჯოხითა და ჩვრებით დაცობა. ცისტერნა (და იმ დროისათვის განსაკუთრებით ძვირფასი ბენზინი) გადარჩა აფეთქებას. გაავარაუბრებული ტყვია ცისტერნის ზედა ნაწილში (ბენზინის ორთქლისა და ჰაერის გარემოში) რომ მოხვედრილიყო, აფეთქება გარდუვალი იქნებოდა.

სწორედ ამას მიხვდა მოგვიანებით ლეიტენანტი სტეპანჩუკი.

#### 142. „გულუხვი დიასახლისი“

ჯარისკაცებს უთუოდ უნდა გაკვირვებოდათ, რომ ტოლუოლი (ანუ ტოლი, როგორც მას ჩვეულებრივ უწოდებენ) ლუმელში გახურებისა და დაწვისას არ აფეთქდა! მაგრამ აქ მხედველობაშია მისაღები ერთი გარემოება: ტოლის აფეთქებისათვის კრიზისული ტემპერატურა არის 240°, მანამდის კი იგი დნება და მშვიდად იწვის. მაშასადამე, ლუმელში, სადაც მას სწვავდნენ, ტემპერატურა შემთხვევით (დიასახლისების საბედნიეროდ!) ამ ზომამდე არ ასულა. ცხადია, რომ ასეთი შემთხვევითობა მხოლოდ იშვიათი გამონაკლისი შეიძლება ყოფილიყო.

#### 143. ბატონსამბტრევი ბოგვის ჰიზია

მრავალგზის დაკვირვებამ აჩვენა, ხოლო შემდგომ გათვლებითაც დადასტურდა ის სარკვირველი მოვლენა, რომ ძლიერი ფეთქებადი ნივთიერება (მათ ჩვეულებრივად „ნორმალურ ფეთქებად ნივთიერებებს“ უწოდებენ) სწორედ იმ წერტილში ავითარებს უძლიერეს დარტყმით ძალას (ე. ი. იმ მიმართულებით წარიმართება შვავისებრი ქიმიური



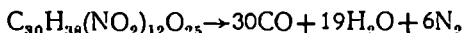
რეაქცია), რომელიც ყველაზე მეტად არის დაშორებული აფეთქების ინციპირების ადგილიდან.

აქედან დასკვნა: საავიაციო ბომბს, რომლის დანიშნულება იყო წამახული წვეროთი რაც შეიძლება ღრმად შეჭრილიყო ბეტონის სქელ (მეტრზე მეტი სისქის) გადახურვაში, აფეთქების მაინციპირებელი დეტონატორი ამ წვეროდან ყველაზე უფრო დაშორებულ ადგილას, ე. ი. ბოლოში, სტაბილიზატორთან უნდა ჰქონდეს მოთავსებული.

#### 144. რატომ არ უშვარს თოფისწამალს ტავეობა?

თავდაპირველი კვამლიანი ე. წ. „შავი ღენთი“ (15% ხის ნახშირი, 10% გოგირდი, 75%  $KNO_3$ ), რომლის დამზადების ხელოვნებას ჩინელები ჯერ კიდევ VI საუკუნეში ფლობდნენ, საწვავად იყო განკუთვნილი და არა ამფეთქ მასალად; მხოლოდ ხუთასი წლის შემდეგ მიაგნეს მის ცეცხლმსროლელ იარაღში გამოყენების შესაძლებლობას. ასე იქცა ღენთი „თოფისწამლად“.

ღენთი — გამორჩეული შედგენილობის მქონე ნივთიერება — წვის პროცესისათვის საჭირო ჟანგბადს თვითონვე შეიცავს აზოტის ან ქლორის მჟავას მარილების სახით (ზოგჯერ მათ ნაცვლად ნიტრონაერთებსაც იყენებენ). საინტერესოა, რომ დამეანგველის პროცენტული შემცველობა 5—6-ჯერ სჭარბობს ძირითადი საწვავის რაოდენობას. მაშასადამე, ღენთს შეუძლია დახშულ ჭურჭელშიც თავისუფლად დაიწვას — ჰაერის ჟანგბადის მიწოდების გარეშე:



ამგვარად, წვის შედეგად ღენთი მთლიანად გადაიქცევა დიდი მოცულობის მქონე გავარვარებული აირების ნარევედ.

მაგრამ რატომ არის, რომ იგი ხან მშვიდად იწვის, ხან კი ფეთქდება?

საქმე შემდეგშია: თოფისწამალი, მართალია, საკმაოდ სწრაფად იწვის (რეაქცია წამის მესამედსა და მეათამედში მთავრდება), მაგრამ ეს არ არის საკმარისი, რომ მან ამფეთქი ნივთიერებისათვის დამახასიათებელი ძლიერი დარტყმითი ტალღა წარმოქმნას (ამისათვის საჭიროა, რომ პროცესი ათასჯერ მაინც კიდევ უფრო სწრაფად წარიმართოს). მაშასადამე, როდესაც თოფისწამალი შედარებით მცირე რაოდენობითაა და თავისუფლად იწვის ჰაერზე, წვის პროდუქტები ასწრებს „მშვიდად“ გაიფანტოს გარემოში — წნევის მეყსეულად გაზრდისა და აფეთქების ბიძგის გარეშე.

რაც შეეხება ღენთის წვას, რეაქცია აქაც შეუფერხებლად მიმდის

წარეობს. მაგრამ ამ დროს გამოყოფილი აირები ისევ ჭურჭელში (კასრში და სხვ.) გროვდება და, ცხადია, საკმაოდ დიდ წნევასაც აწვეთარებს — რამდენიმე ათას ატმოსფერომდეც კი! ასეთ წნევას ჭურჭლის გახეთქვა (ე. ი. აფეთქების მსგავსი მოვლენა) შეიძლება მოჰყვეს. მაგრამ ეს არ არის ნამდვილი აფეთქება: ჭურჭლის გახეთქვა წნევის მქონე ყველა ნივთიერებას შეუძლია (თვით წყლის ორთქლსაც კი!).

თანამედროვე სასროლი იარაღი (ქვემეხი, შაშხანა) და სატყორცნი მოწყობილობა (რაკეტები) ისეა გათვალისწინებული, რომ ღენტის წვის შედეგად წარმოქმნილმა წნევამ ჩვენთვის სასურველი მოქმედების განვითარება უზრუნველყოს — ყუმბარის, ვაზნის, მინის გასროლა. ამისათვის რაკეტული ძრავას კამერაში 100 ატმ. წნევის შექმნაა საჭირო, საარტილერიო ჭურვისათვის კი ეს წნევა 2—3 ათას ატმ. აღწევს.

#### 145. აფეთქებაც არის და აფეთქებაც!

აფეთქება ზებგერითი სიჩქარით მიმდინარე, თითქმის მეცხეული წვის ქიმიური რეაქციაა. დიდი სისწრაფით (პროცესი წამის მეათასედში ან ათასჯერ და ათიათასჯერ კიდევ უფრო მცირე დროში) მთავრდება. წარმოქმნილი აირადი პროდუქტები ვერ ასწრებს გარემოსადმი სიბზოს გადაცემას, რის გამოც მთელი ენერგია მათ გავარვარებას ხმარდება. ასევე ვერ ასწრებს მიმდებარე ჰაერის ფენა უეცრად წარმოქმნილი დიდი მოცულობის აირებისათვის „გზის დათმობას“. ამის შედეგად ვითარდება მაღალი, ათეული და ასეული ათასი ატმოსფეროს ტოლი წნევები, რაც, თავის მხრივ, განაპირობებს დარტყმითი ტალღის წარმოქმნას და ნგრევის მედგარ ძალას.

მიუხედავად აფეთქების დიდი სიმძლავრისა, დამტკიცებულია, რომ ამ დროს გამოყოფილი ენერგიის საერთო რაოდენობა 5—6-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე იმავე რაოდენობის ნავთობის დაწვამ შეიძლება მოგვეცეს. მაგრამ ეს ენერგია გამოიყოფა დროის მცირე მონაკვეთში, რაც განაპირობებს ენერგიის უდიდეს კონცენტრაციას და უდიდეს სიმძლავრეს (ე. ი. მუშაობას დროის ერთეულში). არ არსებობს მანქანა, რომელსაც შეეძლება ასეთი სამუშაოს შესრულება ასე მცირე დროში. 1 კგ ფეთქებადი ნივთიერება საკმარისია იმისათვის, რომ 1 მ<sup>3</sup> მთის ქანი (წონით 2500 კგ) ატყორცნოს 100 მ სიმაღლეზე ან წამის მეათასედში იგი აქციოს 1 სმ-ზე ნაკლები დიამეტრის მქონე მარცვლებად.

სხვადასხვა დანიშნულებისათვის სხვადასხვა ფეთქებადი ნივთიერებას იყენებენ. ე. წ. ფუგასის ტიპის საავიაციო ბომბები მიწის ზედაპირზე უნდა აფეთქებულიყო. იგი განკუთვნილი იყო არა მკვიდრად ნა-

შენები ნაგებობების დასანგრევად, არამედ ცოცხალი ძალის დასაზიანებლად. გერმანელები იყენებდნენ სწრაფი დეტონაციის უნარს მქონე ფეთქებად მასალას, თვით ბომბის გარსაცმიც კი რკინის თხელი ფურცლისაგან მზადდებოდა; აფეთქების ტალღა ნაკლები წინააღმდეგობის მიმართულებით (პაერში) ვრცელდებოდა. შენობის კედელზე მისი ზემოქმედების დრო ძალიან მცირე იყო. ამასთანავე შედარებით ნაკლები რაოდენობის აირები გამოიყოფოდა. ყოველივე ეს ამცირებდა ფუგასის დამანგრეველ ძალას.

სხვაგვარად იქცევა ე. წ. ნორმალური (ბრიზანტული) ქმედების ფეთქებადი ნივთიერება (ტოლი, ჰექსოგენი). დეტონაციის შედარებით ნაკლები სიჩქარის გამო კედელზე მისი ზემოქმედება უფრო დიდხანს გრძელდება და რეაქციის აირადი პროდუქტებიც უფრო მეტი რაოდენობით გამოიყოფა. ყოველივე ეს განაპირობებს ნგრევის მომეტებულ ეფექტურობას. პრაქტიკულად ისე ჩანს, რომ დარტყმის ტალღა აფეთქების პირველადი ინიცირებისაგან უფრო დაშორებულ წერტილში, ე. ი. მეტი წინააღმდეგობის მქონე ადგილისაკენ (ჩვენს შემთხვევაში კედლისაკენ) არის მიმართული. სწორედ ამ გარემოებამ უზრუნველყო მკვიდრად ნაგები ფუნდამენტის განგრევა ტოლის (ტრინიტროტოლუოლის) გაცილებით მცირე რაოდენობის აფეთქების შედეგად.

#### 146. ნესტიანი სათბობი ... შპათ იფვისი

პრაქტიკულმა გამოცდილებამ ცხადყო, რომ აღწერილი მოვლენა მარტო მაზუთის წვას არ ახასიათებს; მოცემულ შემთხვევაში პროცესის გულდასმით გამოკვლევამ აჩვენა, რომ მაზუთისშეყოლილი წყლის მცირე წვეთები ღუმელში მოხვედრისას მაღალი ტემპერატურის ზეგავლენით მეყსეულად ორთქლდება, თითქმის ფეთქდება, რაც თავის მხრივ იწვევს მაზუთის წვრილ ნაწილაკებად გაფრქვევას. მაღალდისპერსიული საწვავი კი, ცხადია, უფრო ინტენსიურად შედის რეაქციაში. სწორედ ეს განაპირობებს წვის პროცესის გაზრდას.

იმ ჭარისკაცს, ეტყობა, ორიგინალური აზროვნების უნარი ჰქონდა ბუნებისაგან მომადლებული. ჯერ ერთი, სხვისთვის შეუმჩნეველ მოვლენას აღიქვამდა და მეორეც — შემჩნეულ ფაქტს ინტუიციით სწორ შეფასებას აძლევდა.

#### 147. მოსაზრებულობა აბურსაც უპიღვს ციხელს

მარტო აგურს, ცხადია, ცეცხლი არ მოეკიდება (ალბათ ხვდებით, რატომ). იმ შემთხვევაში, რომელიც აღწერილ ეპიზოდს ეხება, ჭარისკაცები იქცეოდნენ ასე: აგურებს ასხამდნენ ნავთს (რა თქმა უნდა, თუ

ეს უკანასკნელი იშოვებოდა!); ძველი, მშრალი აგურის წვრილი, თვალით ძნელად შესამჩნევი ფორები ადვილად იუღინთება ნავთით. გახურებისას ეს უკანასკნელი ორთქლდება; აგურის ფორები მას შედარებით ზომიერად „აწვდის“ სარეაქციო არეს, რაც განაპირობებს ინტენსიურ წვას. მაგრამ რატომ ბენზინს არ იყენებდნენ ამავე მიზნით? საქმე ისაა, რომ ბენზინი ზედმეტად ენერგიულად ქროლდება და ჰაერთან ფეთქებასაშიშ ნარევს წარმოქმნის. ასე რომ, აფეთქება გარდაუვალია.

— . —

# ზინაარსი

ავტორის აგან

3

კითხვები-პარადოქსები

5

მსჯელობა და პასუხები

80

## I. სიცოცხლის ძივია

	კითხვა	პასუხი
1. თეთრი კვიცი	5	80
2. ლეოპარდის გული	6	81
3. რატომ არ ინელებს კუჭი თავის თავს?	6	81
4. ადამიანის გონების ყველაზე მნიშვნელოვანი აღმოჩენა	7	82
5. მთავარი და შეუცვლელი კინტესენცია	7	83
6. გენიოსთა უნებური ხარკი არცოდნას	7	84
7. დინამიკით ინფარქტის წინააღმდეგ!	8	84
8. ჭიანი ხილის მუშტარი	9	85
9. მოუნელებლის მომნელებელი	9	85
10. როგორი ჰაერით ვისუნთქოთ?	10	86
11. „დიეტა“ სახელმწიფო დამნაშავეთათვის	10	88
12. ვიცოცხლოთ ათას თვეზე მეტი!	11	88
13. ჭივია და კოსმეტოკა	11	89
14. რაფინირებული უფრო მავნეა!	12	90
15. სასჯელი ინიციატივისათვის	12	91

## II. ბუნება — დიდოსტატი

16. ბუნება — ბრძენი და მწყალობელი	13	92
17. რატომ არ არის ორგანიზმში ჟანგბადის მარაგი?	14	93
18. ოსმოსის სიკეთე	15	93
19. მუდმივი შუღლის სათავე	15	94
20. აქლემის საიდუმლო	15	94
21. რატომ არ იხრჩობა ნიანგი?	16	95
22. „ეშმაკი“ მწერები	16	96
23. თვის სურნელი	17	96
24. აზოტი რომ უფრო აქტიური იყოს...	17	97
25. როდესაც აკაისა და ვაჟას „რეცეპტი“ არ გვშველის...	18	97

## III. ძივია ეჭივრის კაბინეტში

26. ფტორი — მტერი და ფტორი — მოყვარე	19	99
27. ადატოგენები — კი, დოპინგი — არა და არა!	19	100
28. მარილი კრილობაზე	20	100
29. ბევრია თუ ცოტა 0,0001%?	20	100
30. მსგავსი ყოველთვის მსგავსით არ იკურნება	21	101
31. ქალაქელი თუ სოფლელი ძაღლი	21	101
32. ეკვიანი ავადმყოფი	21	102

33. კალციუმი ისპანახსა და მუაუნაში	21	102
34. როდესაც ყელის ტკივილს, კუჭის ამორეცხვით მკურნალობენ	22	102

IV. ქიმია და ისტორია

35. მეტალი რომელმაც რომის იმპერია იმსხვერპლა	23	103
36. კეთილი ჭუჭები იუტას შტატიდან	23	103
37. ძველ ეგვიპტეში	24	104
38. პირამიდის მშენებელთა ამბოხება, ხახვი და... უზენაესი ქურუმი	24	104
39. რას გადაურჩა პეტრე დიდი?	24	105
40. ქლექი, რომელიც გადამდები არ არის	25	105
41. ერევენელი სოვდაგარის ბალი	25	106
42. რატომ ვერ მოწამლეს რასპუტინი?	26	106
43. „უაეტორო“ ხანძრები	26	107
44. „ზღვის ექო“	27	108

V. ქიმია პოეზიის მხარდაშასარ

45. „ზამთარი ვარდთა გაახმობს...“	28	110
46. „სიციხე სწავეს, ყინვა დააზრობს, წყულუნნი ორჯელვე სტკივიანი...“	29	111
47. „გონიერთა მწვრთელი უყვარს...“	29	111
48. „ვისაც საქმელი აქეს და ჰქონია, მას უნდა ფიქრიც ჰქონდეს კეთილი“	29	112
49. „სისხლივით ელავს ფოთოლი ვაზის“	30	114
50. „ზოგჯერ სიკეთეს იხვეუავს, ზოგჯერ მქნელია ავისა!“	30	114
51. „ციცინათელა“	30	115
52. „მგელი არ მოშლის მგლობასა...“	31	116
53. „წყალში ედგავარ, ცეცხლი მიკიდი!“	31	116

VI. ქიმია ჩვენ ბარშემო

54. ქიმიის მადლი და შურისძიება	32	116
55. დაავადებული წიგნი	32	119
56. ფოსფორიანი სასუქის გამოცანა	33	119
57. საქმარისის უქმარისობა	34	120
58. რატომ მწნილდება ბოსტნეული?	34	120
59. „კუჭრის ვაშლი“	34	121
60. რატომ არ ფეთქდება ატმოსფერო?	35	122
61. მხუთავიცა და ... ვერაგიცი!	35	122
62. სად მეთია ელემენტის ატომთა რაოდენობა?	36	123
63. ჩვენი პლანეტის ყველაზე გავრცელებული ელემენტი	36	123

VII. ლაბორატორიებისა და საამჟრომებში

64. რაბდოპისიტის ურჩობა	37	125
65. როდესაც სინესტეც ... ფეთქდება!	38	126
66. ზამთარი, გეოლოგია და ... მსხვილფეხა საქონლის კვლევა	38	126
67. მედეგია, მაგრამ ... იწვის!	38	126
68. უცხოელი მეცნიერის ლაბორატორიაში	39	127

69. რატომ არის არჩეული ძნელი გზა?	39	127
70. პრობლემა არა მარტო ქიმიკოსებისათვის	40	128
71. არ მოქმედებს, მაგრამ... ფეთქდება!	40	128
72. ქიმიკოს-ტექნოლოგთა ხელვაშლილობა	40	128
73. არ უნდა იყოს, მაგრამ... არის!	41	129

#### VIII. რაც სახელმძღვანელოში შეიძლება ვერ ვნახოთ

74. რამდენ ვალენტია ალუმინი და ბარიუმი?	42	130
75. ალუმინის ჭავჭავი	42	131
76. ალუმინი იხსნება... გამოხილ წყალში	43	131
77. როდესაც ლითონი აზოტმეავადან წყალბადს აქევებს!	43	131
78. უკეთესია დაბალი ტემპერატურა, პრაქტიკა კი ამჟობინებს მა- ღალს!	43	132
79. აირები... ერთმანეთს არ ერევა!	44	133
80. სტუდენტის ცოდნის შემოწმების „ნეიტრონული მეთოდი“	44	133
81. სად არის არგონის ადგილი პერიოდულ სისტემაში?	45	133
82. არგონის კიდევ ერთი საიდუმლო	45	134
83. სადაღლომო გეგმარის დაცვაზე	46	134

#### IX. ცისფერი კლანების საოცრება

84. ერთადერთი 2300 შორის...	47	136
85. რა ტემპერატურაზე უნდა დუღდეს წყალი?	48	137
86. რატომ არ იწვის წყალი?	48	138
87. ვინ თქვა, რომ წყალი არ იწვისო?	48	138
88. ყინულის ლოლუების საიდუმლოება	49	138
89. წყალი დუღს... გააცხელების გარეშე!	49	139
90. ტყვიაში ატანს, წყალში კი არა!	49	139
91. ოკეანის ჭურღმულეებში	50	140
92. სიციხეში — მარილიანი წყალი?	50	140
93. ცხელი წყლის სიკეთე	50	142
94. წყლის გაყინვა... გამლდელი მეტალით!	51	142
95. მეტალების გაღობა... ცხელი წყლით!	51	143

#### X. მაღალი კარამიტრების სამყაროში

96. მზის ზედაპირიდან დაშორებისას ტემპერატურა... იზრდება!	52	144
97. რა მოუვა ნახშირის მზის ზედაპირზე?	52	144
98. პლაზმა — კატალიზატორის წინააღმდეგ!	53	145
99. ვულკანები და ქიმიკა	53	146
100. როდესაც ძნელი საქმე უფრო ადვილია	53	147
101. CO არ იწვის ჟანგბადის ჰაერში	54	148
102. „მეტეორიტული წვიმა“	54	148
103. წვის დროს მეტი ენერჯია გამოიყოფა, ვიდრე აფეთქებისას!	54	148
104. ტექნიკა — მკურნალი	55	149
105. რაც მეცნიერებს არ აშინებთ	55	149
106. მაღალი ტემპერატურები... ორგანულ ქიმიკაში!	56	150
107. „მაგრამ“, რომელიც საქმეს შევლის	56	151

XI. „შეძვევა“ ენერჯის მულტიპლიკაციის კანონზე

108. რაკეტის ძრავის საიდუმლოება . . . . .	57	152
109. ენერჯია იხარჯება, მუშაობა კი არ სრულდება	58	153
110. საიდან ჩნდება მეტი ატომგულური ნაწილაკი?	58	153
111. სად მეტ ენერჯიას მოგვევს ნახშირის დაწვა?	58	154
112. მუშაობა სრულდება... სითბოს წართმევის ხარჯზე!	59	154
113. როდის იხარჯება უფრო მეტი ბენზინი?	59	154
114. სხეული თბება... სითბოს მიწოდების გარეშე!	59	154
115. არამარტო „ოქროს წვიმა“ . . . . .	60	155
116. მეტი სითბო — ნაკლები სიმძლავრე? . . . . .	60	155

XII. ელექტროდენი და ჰიმიკა

117. რატომ ზდება ელექტროლიზი? . . . . .	61	156
118. ბუნების ყველაზე ზუსტი კანონი — ეპეის ქვეში . . . . .	61	156
119. ელექტროგამტარობა შემცირების ნაცვლად იზრდება!	62	157
120. ძნელადაც და ადვილადაც! . . . . .	62	157
121. აკლია ერთი, ამატებენ მეორეს!	63	158
122. მეტალი გამოიყოფა... ანოდზე!	63	158
123. მეტალების მიღება... მინის ელექტროლიზით!	63	159
124. ხელსაყრელია და მაინც არ ამატებენ!	64	160
125. რატომ არის უარყოფილი იოლი გზა?	64	160
126. როგორ მივიღოთ ბარიუმის ტუტე?	65	160
127. გამოილექა მეტი სპილენძი, ვიდრე ხსნარში იყო!	65	161
128. ისევ თეორია და პრაქტიკა . . . . .	66	161

XIII. „რევოლუციის ლითონები“

129. რადიუმი — დედამიწაზე მეტი? . . . . .	68	162
130. რადიოქტიური დაშლა სითბოს არ გამოყოფს!	68	162
131. იშვიათია თუ არა იშვიათი მეტალები?	69	163
132. ურანი და თორიუმი რომ არ ყოფილიყო დედამიწაზე...	69	163
133. ოქროს აქცევენ... ვერცხლისწყლად!	70	164
134. მეტალი ღვება +30°-ზე, ხოლო —30°-ზე თხევად მდგომარეობაშია! . . . . .	70	164
135. გამაკეთილშობილებელი ვიტამინები . . . . .	70	165
136. გვიან დაფასებული სიკეთე . . . . .	71	165
137. რატომ არ იხლინება ბუნებრივი ურანი?	72	166
138. უცნაური პირობა... აფეთქებისათვის! . . . . .	72	167

XIV. ომისდროინდელი ჩანაწერებიდან

139. ნახევარტონიანი რისხვა . . . . .	73	169
140. ცხადი სიზმარი . . . . .	74	170
141. ბენზინი, მუსიკა და... ჰიმიკა . . . . .	75	172
142. „გულუხვი დიასახლისი“ . . . . .	76	172
143. ბეტონსამტკრევი ბომბის ჰიმიკა . . . . .	77	172
144. რატომ არ უყვარს თოფის წამალს „ტყეობა“?	77	173
145. აფეთქებაც არის და აფეთქებაც! . . . . .	77	174
146. ნესტიანი სათბობი... უკეთ იწვიის! . . . . .	78	175
147. მოსაზრებულობა აგურსაც უკიდებს ცეცხლს!	79	175



Аполлон Шалвович Аваллиани

ПАРАДОКСЫ ХИМИИ

(издание второе)

(на грузинском языке)

«МЕЦНИЕРЕБА»

ТБИЛИСИ

1985

დაიბეჭდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოს დადგენილებით

რეცენზენტები: ტუქნ. მეცნ. დოქტ. ე. გაფრინდაშვილი  
ქიმ. მეცნ. დოქტ. ჟ. ჭაფარიძე

სბ 2881

რედაქტორი თ. ლეჟავა  
გამომცემლობის რედაქტორი ი. ვოლკოვა  
გარეკანი და თავფურცელი ნ. გაბუნიასი  
მხატვარი ა. ავალიანი  
ტექნორედაქტორი ე. ზოკერია  
კორექტორი ნ. შენგელია

გადაეცა წარმოებას 23.1.1985; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 1.7.1985;  
ქალაქის ზომა 60×90<sup>1/16</sup>; საბეჭდო ქაღალდი № 1; ბეჭდვა მაღალი;  
გარნიტურა ვენური; პირობითი საბეჭდო თაბახი 11,3;  
პირ. სად.-გატარ. 11,4; სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 9,0;  
უც 01597; ტირაჟი 20000; შეკვეთა № 228;  
ფასი 1 მან.

---

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19  
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

---

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი 380060, კუტუზოვის ქ., 19  
Типография АН Груз. ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19