

„ქრისტიანული კვლევის საერთაშორისო ცენტრის“ სემინარზე წაკითხული
მოხსენება

18.02.2011

ალექსი გერასიმოვი

ნანოტექნოლოგიების სიკეთე და საშიშროება

(ანოტაცია)

კაცობრიობის კეთილდღეობის ზრდა ფაქტიურად განისაზღვრება ახალი ტექნოლოგიების შექმნით. ხიდან ნაყოფის ჩამოსაგდებად ქვის მაგიერ ჯოხის გამოყენება უკვე წინ გადადგმული დიდი ტექნოლოგიური ნაბიჯი იყო, შემდეგ ქვის და ძვლებისაგან პრიმიტიული იარაღის დამზადება, ცეცხლისა და წყლის ენერჯის გამოყენება, მცენარეების და ცხოველების მოშინაურება, ღვინისა და რძის ნაწარმის დამზადება, მეტალის დამუშავება, საპნის გამოგონება, კონვეირის შექმნა, ორთქლის, ელექტრო და ატომური ენერჯის დამორჩილება, სახმელეთო, საჰაერო და კოსმოსური აპარატების შექმნა, ყველაფერი ეს ახალი ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავებაა, რამაც განაპირობა კაცობრიობის პროგრესი. გაბატონებული აზრის თანახმად, მეოცე საუკუნის ყველაზე დიდ ტექნოლოგიურ მიღწევად ითვლება ნახევარგამტარული ხელსაწყოების შექმნა, რომელთა გამოყენებამ მოიცვა ადამიანის მოღვაწეობის ყველა სფერო, როგორც ამბობენ, სამზარეულოდან კოსმოსამდე და განსაზღვრა ამ საუკუნის სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი. ოცდამეერთე საუკუნეში ამ პროგრესის ტემპი დამოკიდებული აღმოჩნდა სხვადასხვა ნივთიერებებისგან ხელოვნურად შექმნილი ნანომეტრების ($1\text{ნმ}=10^{-9}\text{მ}$ არის მეტრის მემილიარდედი ნაწილი) ზომის ნაწილაკების თვისებების გამოყენებაზე. („ნანო“ - ბერძნულად ნიშნავს ჯუჯას და იგი გამოიყენება რაიმე საზომი ერთეულის მემილიარდედი ნაწილის აღსანიშნავად), ამ ნაწილაკებს ნანოსტრუქტურებს (ნანონაწილაკებს) უწოდებენ, მათგან შექმნილ ნივთიერებებს კი ნანონივთიერებებს, ხოლო მათი შექმნის ხერხებს, წარმოებას და გამოყენებას – ნანოტექნოლოგიებს.

მეცნიერული კვლევის და ტექნოლოგიური გამოცდილების პირველივე შედეგებმა ცხადყო, რომ ნანოტექნოლოგიები მომავალში მოიცავს ადამიანის მოღვაწეობის ყველა სფეროს და მიიღებს მონაწილეობას იმ პროცესების გაუმჯობესებაში ან ახლის

შექმნაში, რომლებიც დამახასიათებელია ცალკეული დარგებისთვის, როგორც არის მაგალითად: მედიცინა, მასალათმცოდნეობა, რობოტოტექნიკა, გენეტიკა, ტრანსპორტი, ენერგეტიკა და სხვა. „ნანოტექნოლოგია არის ახალი კარიბჭე, რომელსაც შევყავართ სრულიად ახალ სამყაროში“. რიტა კოლველი.

პროგნოზის მიხედვით ნანოტექნოლოგიები კარდინალურად შეცვლიან ადამიანის ცხოვრებას და მათ შეიძლება გადაწყვიტონ კაცობრიობის ისეთი მუდმივი პრობლემები, როგორც არის: შიმშილი, ტანსაცმელი, ჯანმრთელობა, საცხოვრებელი ბინები. ნანოტექნოლოგიებს აქვთ ძნელად წარმოსადგენი, თითქმის ფანტასტიკური შესაძლებლობები, რომლსაც ძალუთ შეცვალონ კაცობრიობის ცხოვრების პირობები უფრო მეტად, ვიდრე მეოცე საუკუნის ერთად აღებულმა ყველა სამეცნიერო-ტექნიკურმა მიღწევამ შეძლო.

მეცნიერების პროგნოზით 2015 წლისათვის მთელს მსოფლიოში ნანოტექნოლოგიების სხვადასხვა სფეროში დაკავებული იქნება 2 მილიონი ადამიანი, ხოლო მათი საშუალებით წარმოებული პროდუქციის ღირებულება მიაღწევს 1 ტრილიონ დოლარს. 2030 წლისათვის კი მსოფლიოში წარმოებული მთელი პროდუქციის ნახევარი ნანოტექნოლოგიების გამოყენებით იქნება მიღებული.

რ. კურცვეილი თავის წიგნში „ფანტასტიკური მოგზაურობა – ხანგრძლივი სიცოცხლე თითქმის უკვდავებამდე“ წერს, რომ არსებობს ნანოსისტემების შექმნის ისეთი პროექტი, რომლის საშუალებით ადამიანის ორგანიზმში შეიძლება შეყვანილი იყოს სპეციალური მედიკამენტები იმუნიტეტის გასაძლიერებლად ზოგიერთი პარაზიტული ორგანიზმის მიმართ. შესაძლებელი იქნება ადამიანის ორგანიზმის ნაწილების მოდერნიზაცია, მათი შესაძლებლობის გაუმჯობესების მიზნით. ასევე ხდება პროგნოზირება იმისა, რომ შეიქმნება ნანორობოტი – ექიმები, რომლებიც მუდმივად იქნებიან ადამიანის ორგანიზმში და უმკურნალებენ ორგანიზმის ყოველგვარ დაზიანებებს, ან არ დაუშვებენ მათ წარმოქმნას. თეორიულად ეს უზრუნველყოფს ადამიანის უკვდავებას, რადგან შესაძლებელი იქნება ორგანიზმის ყველა გაცვეთილი ნაწილის აღდგენა. მეცნიერები სერიოზულად წინასწარმეტყველებენ, რომ შესაძლებელი იქნება ადამიანის ორგანიზმს პირდაპირ გადაეცეს ენერჯია საკვების მიღების გარეშე. ამ დებულებამ დიდი გაოცება არ უნდა გამოიწვიოს, თუ გავისხენებთ იმ ფაქტს, რომ დღეისათვის მსოფლიოში არსებობს ათასამდე ადამიანი – „მზისჭამიები“, როგორც მათ ეძახიან, რომლებიც საზრდოობენ მხოლოდ მზის ენერჯიით და არ იღებენ არავითარ საკვებს. ნანოტექნოლოგიების საშუალებით თეორიულად შესაძლებელია ძროხის

გარეშე ბალახიდან უშუალოდ მიღებულ იქნას რძე. შეიძლება შეიქმნას რობოტები, რომელთაც რეპლიკაციის უნარი ექნებათ. ყოველივე ეს საშუალებას მისცემს კაცობრიობას, მოახდინოს ორბიტალური სისტემების ავტომატური მშენებლობა და სხვა პლანეტების კოლონიზაცია ნედლეულის მოსაპოვებლად.

ცნობილია, რომ ყველა მედალს ორი მხარე აქვს. ასევე ნანოტექნოლოგიებსაც გარდა ზემოთ აღწერილი, თითქმის ზღაპრული მომავალი კეთილდღეობისა, აქვს თავისი უარყოფითი მხარეები. უნდა გვახსოვდეს კაცობრიობის მწარე გამოცდილება, რომ თითქმის ყველა დიდ მეცნიერულ და ტექნოლოგიურ მიღწევას ადამიანი პირველ რიგში, თუ ეს პრინციპულად შესაძლებელია, ცდილობს გამოიყენოს ადამიანის მოსასპობი იარაღის შესაქმნელად.

ნანოტექნოლოგიების ფანტასტიკური შესაძლებლობები მედიცინაში შეიძლება გამოყენებული იყოს ადამიანის საზიანოდ, მაგალითად, მისი ზომბირებისთვის. (ზომბი – ეს არის ადამიანის ისეთი ფსიქიური მდგომარეობა, როცა იგი ყოველგვარი მოფიქრების, განსჯის გარეშე ასრულებს სხვის ბრძანებულებებს). თუ შესაძლებელი იქნება ისეთი მცირე მოწყობილობის შეყვანა ადამიანის ორგანიზმში, რომელიც მასში „იცოცხლებს“ და განკურნავს ორგანიზმის დაზიანებულ ნაწილებს, რატომ არ შეიძლება ისეთი მოწყობილობის შეყვანაც, რომელიც იმოქმედებს მის ფსიქიკაზე ისე, რომ გააკონტროლდეს პიროვნების ქმედება, ასევე ამ მოწყობილობის მეოხებით ცნობილი იყოს მისი ადგილსამყოფელი და საუბრები? ასეთი მოწყობილობა შეიძლება პიროვნების სურვილის გარეშე, მისგან მალულად, რომელიმე სამედიცინო პროცედურის დროს იყოს შეყვანილი ადამიანის ორგანიზმში. მით უმეტეს, რომ ასეთი მოწყობილობა იქნება ძალზე იაფი, რამოდენიმე დოლარის ღირებულების, ამიტომ შესაძლებელი გახდება მთელი მოსახლეობის თვალთვალი და კონტროლი.

ნანონაწილაკებით გარემოს დაბინძურებამ შეიძლება გამოიწვიოს არაკონტროლირებადი ურთიერთქმედება სხვადასხვა ტიპის ნანონაწილაკებს შორის და შედეგად, მიღებულ იქნას უცნობი სუბსტანციები, რომლებსაც მეცნიერებმა უწოდეს „გრეიგო“- ნაცრისფერი გოლი და „გრინგო“- მწვანე გოლი. („გოლი“- ინგლისურად ნიშნავს რაღაც ლორწოვანს, წებოვანს და სლიკინას). ნაცრისფერი გოლი ისეთი ნანომასალის სუბსტანციას წარმოადგენს, რომელსაც აქვს რეპლიკაციის (გამრავლების ერთ-ერთი სახეობა) უნარი, აქტიურად ურთიერთქმედებს ნიადაგთან და ცვლის მის თვისებებს. ამან შეიძლება გამოიწვიოს მთელი დედამიწის ზედაპირის გადაგვარება და უვარგისობა სოფლის მეურნეობისათვის. მწვანე გოლი შეიძლება წარმოიქმნას

ნანოტექნოლოგიების დამუშავების დროს, როგორც თანაპროდუქტი, რეკლიკაციის უნარის მქონე ორგანული მავნე სუბსტანცია, რომელიც შეიძლება მოვლ დედამიწას მოედოს, როგორც საშინელი სარეველა.

აქ მოყვანილი მწირი მასალაც კი ცალსახად მიუთითებს იმაზე, რომ კაცობრიობას დაღუპვის სრულიად რეალური საშიშროება ემუქრება და მხოლოდ საერთო ძალისხმევით შეიძლება მისი თავიდან აცილება. იმედია, კაცობრიობა ბოლოს და ბოლოს აიძულებს თავის თავს მეცნიერული და ტექნოლოგიური მიღწევები გამოიყენოს მხოლოდ თავის საკეთილდღეოდ.

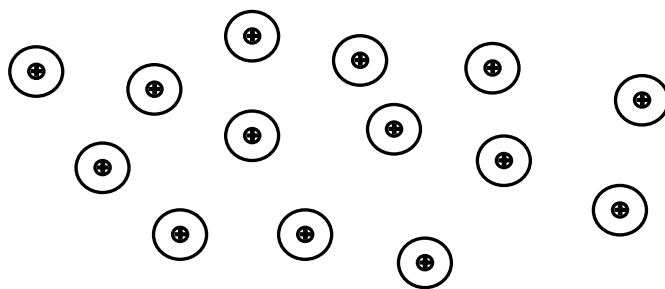
მოსხენება

ვისაუბრებთ ნანოტექნოლოგიებზე. საერთოდ რა არის ტექნოლოგია? ეს არის ადამიანის ისეთი ქმედების შედეგი, რომელიც რაიმე პროდუქციას წარმოქმნის, რომელსაც ადამიანი იყენებს. ფაქტიურად კაცობრიობის ცხოვრების პირობების გაუმჯობესების ისტორია არის ტექნოლოგიების განვითარების ისტორია. როდესაც პირველად ქვის ნაცვლად ხიდან ნაყოფის ჩამოსაგდებად ჯოხი გამოიყენეს, ეს უკვე წინგადაგმული ნაბიჯი იყო ტექნოლოგიაში. შემდეგ იყო უკვე ქვიდან და ძვლებისაგან ხელსაწყოების დამზადება, შემდეგ ცეცხლის გამოყენება და ცხოველების მოშინაურება, შემდეგ ღვინის და რძის ნაწარმის ათვისება, საპნის გამოყენება, შემდეგ უკვე ელქტრო ენერჯის ათვისება და სხვადასხვა, ასე კოსმოსამდე. ეს არის ტექნოლოგიური ეტაპები და ადამინს კეთილდღეობა თანდათან იზრდებოდა. სანამ ნანოტექნოლოგიაზე გადავალ, მინდა შეგახსენოთ, ჩვენს გარშემო საგნები და ბუნება რას წარმოადგენს, რას ფიქრობს დღეს მეცნიერება ამაზე. შეიძლება ეს მიღებული წარმოდგენები ზუსტი და სწორი არ იყოს, მაგრამ ჯერჯერობით ასეა. ჩვენს გარშემო, რასაც ვხედავთ და შევიგრძნობთ, იგივე ჰაერი, წყალი, მაგიდა, ყველაფერი შედგება ატომებისაგან. ატომის ცნება შემოდებული იყო ჩვ.წ.ად-დე რამდენიმე საუკუნით ადრე დემოსფენეს მიერ და ეს მერე კარგად გამოიყენა არისტოტელემ. არისტოტელესეული ფილოსოფია, იმდენად ძლიერი იყო, რომ აქამდე ის მეცნიერებას ძალიან ეხმარებოდა, ხოლო ახლა, ჩემის აზრით, ის შეხედულებები უკვე ბოჭავს მეცნიერების განვითარებას. რას წარმოადგენს ატომი? თვითონ სიტყვა ატომი ნიშნავს განუყოფადს, მაშინ ესე ეგონათ, მაგრამ თანამედროვე წარმოდგენებით იგი შესდგება ორი ნაწილისაგან. ეს არის ბირთვი დამუხტული დადებითად და მის გარშემო მბრუნავი უარყოფითი მუხტის ელექტრონები. ისინი ერთმანეთისაგან დაცილებულები არიან ძალიან დიდი მანძილით. ეს მასშტაბი, რომ წარმოვიდგინოთ, ალუბლის ნაყოფი უნდა

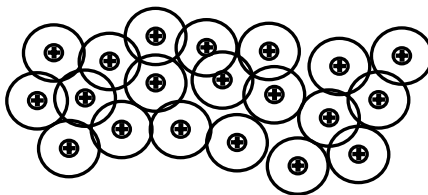
შევესაბამოთ ბირთვის, მაშინ ელექტრონი იქნება მცხეთაში, მანძილი იმდენად დიდია. ატომის მთელი მასა განისაზღვრება ბირთვისა და ელექტრონების მასებით. მათ შორის არის ურთიერთქმედების ელქტრული ველი, რომელსაც მასა არ გააჩნია და მას ჩვენ ვერ ვხედავთ, ვერც შევიგრძნობთ, ამიტომ, ჩვეულებრივ, მას სიცარიელეს ვუწოდებთ. ელექტრონების და ბირთვის მოცულობების ჯამი წარმოუდგენლად მცირეა, ვიდრე მთელი ატომის მოცულობა (დაახლოებით მილიარდი რომ გავამრავლოთ მილიონზე-ჯერ ნაკლები). ეს არის ატომის სტრუქტურა, რომ დაუკვირდეთ, გამოდის, რომ ჩვენ შევდგებით თითქმის სიცარიელესაგან. ატომები ერთდებიან მოლეკულებად, მაგალითად, წყლის მოლეკულა H_2O . ეს არის უანგბადის ატომი და მასთან შეერთებული 2 წყალბადის ატომი და უერთდებიან ისინი ერთმანეთს ელექტრონებით, ეს ატომები ელექტრონებით „ხელჩაკიდებულები“ არიან ერთმანეთზე. ყველა ნივთიერება, რაც ჩვენს გარშემო არის, 3 ჯგუფად შეიძლება დავეყოთ: ეს არის აირი, სითხე და მყარი მდგომარეობები. რით განსხვავდებიან ისინი ერთმანეთისაგან? აირში ატომები ერთმანეთთან თითქმის არ ურთიერთქმედებენ (ნახ.№1), ცალ-ცალკე არიან, ხედავთ, ყველა მრგვალია. სითხეში ისინი ერთმანეთთან ურთიერთქმედებენ, ელექტრონები ერთმანეთს გადაფარავენ, მაგრამ ატომები არიან ქაოსურად განაწილებული და მცირეა მათ შორის ურთიერთქმედება.

ნახ.1

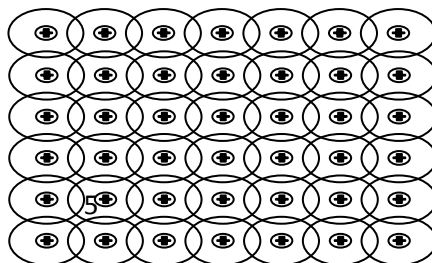
აირი



სითხე



მყარი მდგომარეობა



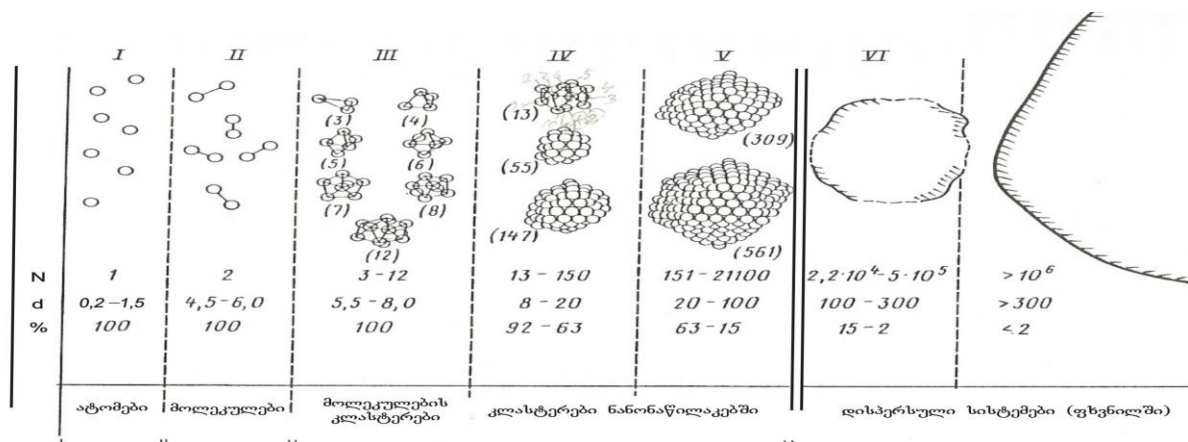
მყარ სხეულში ისინი არიან დალაგებული მკაცრი წესრიგით და გადაჭდობილები არიან ერთმანეთზე, იმიტომ არის რომ ჩვენ გვიჭირს მყარი სხეულის ან მოღუნვა ან გატეხვა. ყველაფერი აიხსნება მათ შორის ქიმიური ბმებით, ე.ი. ამ ელექტრონების ერთმანეთთან ურთიერთქმედებით. მყარი სხეულები განსხვავდებიან იმით ერთმანეთისაგან, რომ მათში მანძილები ორ უახლოეს ატომს შორის არის სხვადასხვა. მაგალითად, ალმასში ყველაზე ახლოს არიან ატომები ერთმანეთთან და მჭიდროდ არიან გადაფარული ელექტრონები. მაგრამ ალმასი ქიმიურად არის ნახშირბადი, იგივე ნახშირბადი არის ფანქრის წვერი, რომელიც ქალაქში გასმის შემდეგ ტოვებს კვალს, სწორედ იმიტომ, რომ ამ შემთხვევაში ატომები ერთმანეთისაგან დაცილებული უფრო მეტად და ქიმიური ბმები ძალიან სუსტია. თქვენ როცა ფანქარს გაუსვავთ ქალაქში, ნაწილი ნახშირბადისა რჩება ზედაპირზე. ნახშირი და ალმასი ერთი და იგივე ნივთიერებაა ქიმიურად, მაგრამ ბმების გამო, ერთი არის ძალიან მაგარი, მეორე ძალიან რბილი. ეს ყველაფერი იმისთვის მოვეყვი, რომ მეჩვენებინა, რომ ნივთიერების თვისებები დამოკიდებულია მათ ატომებს შორის ქიმიური ბმების სიძლიერეზე.

რას ნიშნავს ნანოტექნოლოგიები? ატომების ბუნება კარგად არის შესწავლილი, ასევე კარგად არის შესწავლილი მყარი სხეულიც (მყარი სხეულის ქვეშ ჩვენ ვგულისხმობთ სხეულებს, რომელთაც ჩვენ ვხედვით შეუიარაღებელი ტვალით, მაგალითად საათის მექანიზმის ნაწილები და დიდ სხეულებს, მაგალითად, წყლის ელექტრო სადგურის ტურბინის ბორბალი), მაგრამ აღმოჩნდა, რომ მათ ზომებს შორის მქონე ზომების ნივთიერება, რომელთა დანახვა შეუიარაღებელი თვალით შეუძლებელია, ცუდად არის შესწავლილი. ეს არის ნანოზომების ნივთიერება. როდესაც თქვენ სხეულს ანაწევრებთ, გატეხავთ, კიდევ გატეხავთ, მერე კიდევ და ძალიან პატარა რომ გახდება, ისეთი რომ ჩვენ თვალი ვერ დაინახავს ანუ გახდება ნანომეტრის ზომის (ნანომეტრი ნიშნავს მეტრის ერთ მემილიარდედს), სხეული – ნანონაწილაკი. ეს ზომა რომ წარმოვიდგინოთ რას ნიშნავს, ჩვენ უნდა ავიღოთ ჩვენი თმა და მისი დიამეტრი გავყოთ ორზე, მერე კიდევ ორზე და ასე 40 000-ჯერ. რასაკვირველია, ჩვენ უკვე მას ვერ დავინახავთ, მაგრამ ეს არის ნანოზომები და თუ ამ ზომამდე დაიყვანთ მყარ სხეულს, მისი თვისებები ძალიან იცვლება. ყველა მყარ სხეულს აქვს თავისი კოლექტიური თვისებები. როდესაც ბევრი ატომი ერთად არის შეერთებული, მათ გარდა თავისი ატომური თვისებებისა, უჩნდებათ ახალი კოლექტიური თვისებები, მაგალითად, სიმაგრე ან ელექტრო გამტარებლობა, დნობის ტემპერატურა და სხვ. ერთ ატომს სიმაგრე, ელექტროგამტარობა და დნობის ტემპერატურა არ გააჩნია. ერთი ნივთიერება მეორისაგან სწორედ კოლექტიური თვისებებით განსხვავდება. მაგალითად, როცა ოქროს მისაღებად მას გამოადნობენ სხვა ნივთიერებებისაგან, რომლის შემადგენლობაში ის არის შერეული, იყენებენ სწორედ მათი დნობის

ტემპერატურების სხვაობას. ითვლებოდა, რომ ყველა ნივთიერებას აქვს თავისი განსაზღვრული დნობის ტემპერატურა, მაგრამ აღმოჩნდა, რომ ნანოზომების მყარი სხეულების კოლექტიური თვისებები დამოკიდებულია მათ ზომებზე. ვიცით, რომ ყინული დნება 0°C, მაგრამ თუ მას ნანონაწილაკამდე შევამცირებთ, მაშინ ის -50-ზე დადნება ან უფრო დაბალ ტემპერატურაზე. ეს ძალიან მნიშვნელოვანია. ეს ნაწილაკები ადრეც იყო ცნობილი, მაგრამ ტექნიკაში გამოყენება დაიწყო სულ რაღაც 15 წლის წინ და ამან მოახდინა დიდი რევოლუცია ტექნოლოგიებში. ადამიანის თვალი ხედავს 5000 ნანომეტრის ზომის საგანს, უფრო ნაკლებს ვეღარ ხედავს. ნანოტექნოლოგიებში ყველაფერი კეთდება სპეციალური მიკროსკოპების და სპეციალური დანადგარების გამოყენებით. ნანონაწილაკიც ატომებისაგან შედგება. ყველაზე მცირე ნანონაწილაკი არის 13 ატომისაგან შემდგარი.

მინდა გაგაცნოთ რამდენიმე აზრი ნანოტექნოლოგიების შესახებ. ცნობილი მეცნიერი, ნობელის პრემიის ლაურეატის, ფეიმანის გამოთქმა (იყო ასეთი მეცნიერი, რომელსაც უწოდებდნენ უკანასკნელ მოჰიკანს ფიზიკაში, იმიტომ რომ მან ფიზიკის ყველა დარგი კარგად იცოდა): „ჩემთვის რომ ეკითხათ, მეცნიერების რომელ დარგს შეუძლია უზრუნველყოს გარღვევა მომავალში, მე დავასახელებდი ნანოტექნოლოგიას“. ეს მან თქვა 1979 წ., როცა ნანოტექნოლოგიებზე მუშაობა დაწყებული ჯერ არ იყო. მეორე – ცნობილი მეცნიერი, ნანოტექნოლოგიების ერთ-ერთი პიონერი წერს, რომ „ნანოტექნოლოგიები არის ახალი კარიბჭე, რომელსაც შევეყვართ სრულიად ახალ სამყაროში“. ნახ. №2. აქ არის მოყვანილი ატომები, შემდეგ მოლეკულები.

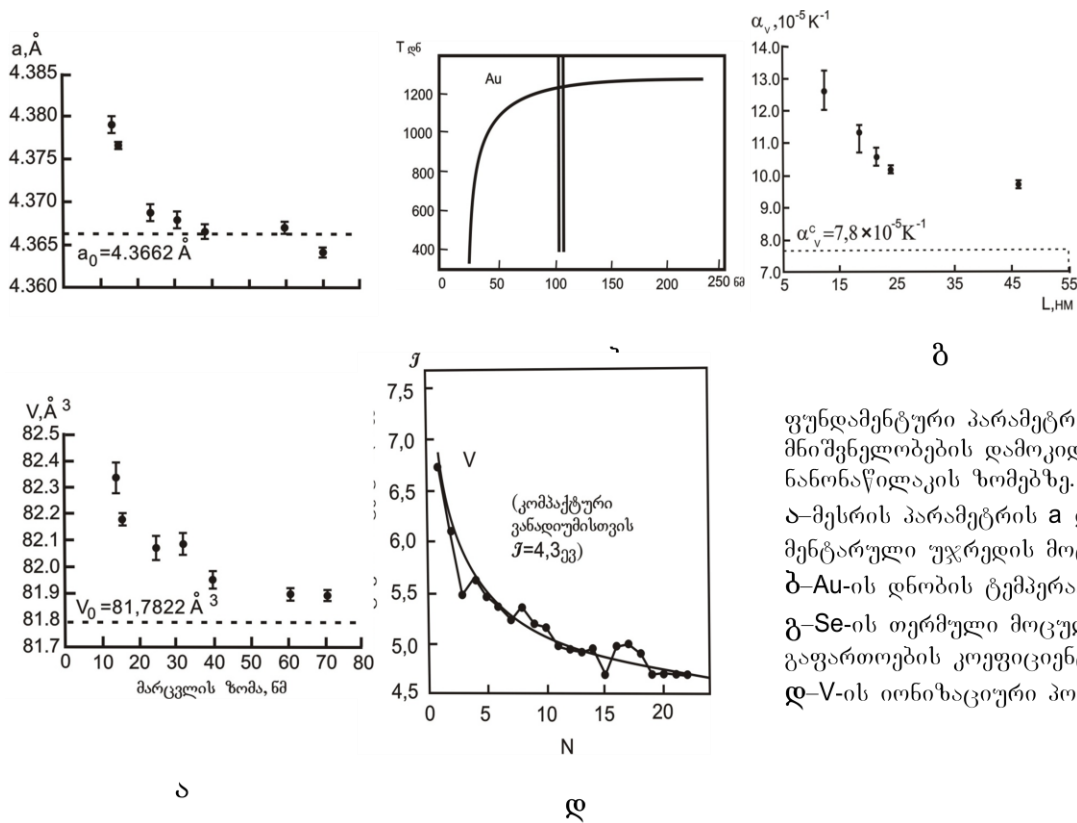
ნახ. №2



საილუსტრაციო სქემა ატომების, მოლეკულების-კლასტრების, კლასტრების-ნანონაწილაკების და დისპერსიული სისტემების (ფხვნილების). N – ატომების რაოდენობა, d – ნაწილაკის დიამეტრი ნმ-ში, % - ზედაპირული ატომების წილი პროცენტებში.

შემდეგ არის ნანონაწილაკები. უმცირესი შესდგება 13 ერთნაირი ატომისაგან. სწორედ ამას გააჩნია უკვე კოლექტიური თვისებები, ყველაზე დიდი ნანონაწილაკი არის დახლოებით 3000 ატომიდან შემდგარი. მისი ზომა დაახლოებით არის 100 ნანომეტრი. ამის დანახვა შეუარარებელი თვალთ შეუძლებელია. რამ გამოიწვია ასეთი ინეტერესი ნანონაწილაკების მიმართ? იმან, რომ ფუნდამენტური თვისებები დამოკიდებულია მათ ზომებზე. მაგალითად, აქ (ნახ. №3) მოყვანილია ნანონაწილაკების თვისებების, მათ შორის დნობის ტემპერატურის, დამოკიდებულება ნანონაწილაკის ზომაზე.

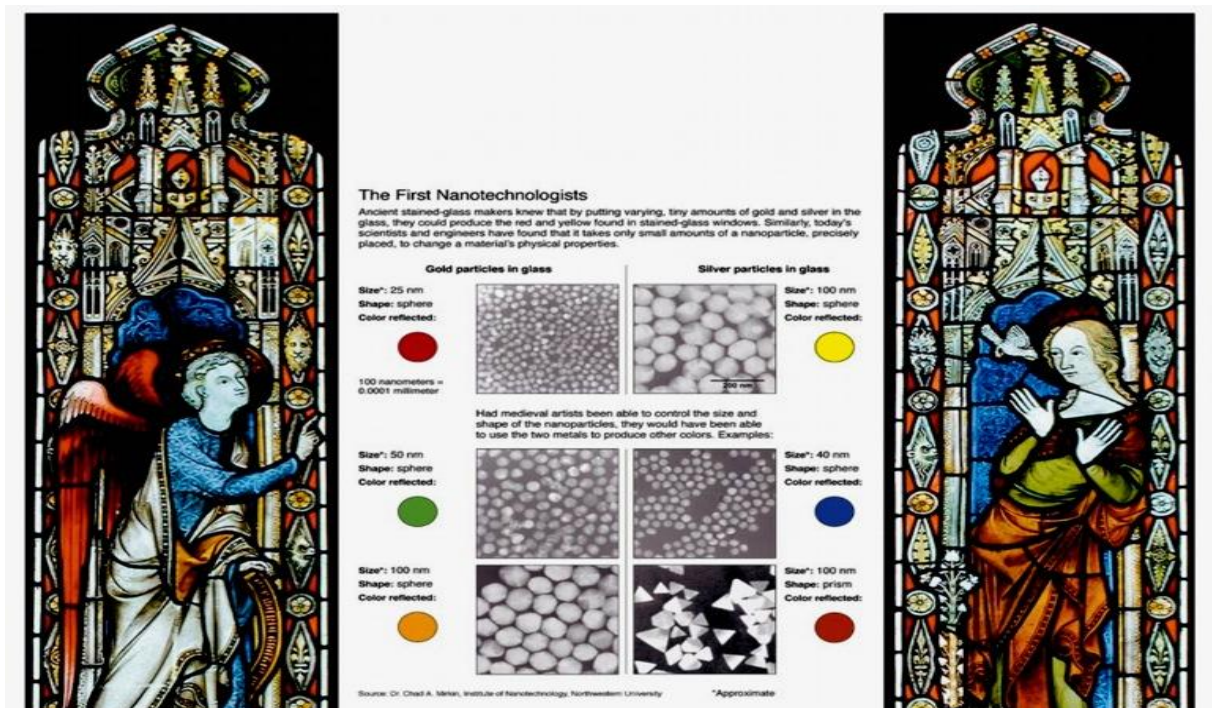
ნახ. №3



სანამ სხეული მასიურია, ტემპერატურა მუდმივია. ნაწილაკების ზომები რომ მცირდება, დნობის ტემპერატურა ეცემა. მასიური ოქროს დნობის ტემპერატურა დაახლოებით 1300⁰ ია და როცა ძალიან პატარაა, 8 ნანომეტრის, არის 400⁰, ე.ი. დნობის ტემპერატურა დამოკიდებული არის ზომებზე და ეს არის ძალიან მნიშვნელოვანი თვისება, იმიტომ რომ ეს შეიძლება გამოიყენოთ სხვადასხვა ტექნოლოგიურ პროცესებში. გარდა ამისა აღმოჩნდა, რომ ეს სხვადასხვა ზომის ნაწილაკები სხვადასხვანაირად მოქმედებენ

ადამიანის ორგანიზმზე. შეიძლება 10 ნანომეტრის ნივთიერება თექვსთვის სასარგებლო იყოს და 25 ნანომეტრის ნივთიერება უკვე პირიქით – საზიანო. ნახაზზე №4 ნაჩვენებია როგორ იცვლება ოქროს ფერი მისი ზომების ცვლასთან ერთად. ერთი და იგივე ნივთიერებაა, მაგრამ იმიტომ რომ შემცირდა მისი ზომები, შეიცვალა თვისებები. ოქროს სხვადასხვა ზომის 25, 50, 100 ნანომეტრი, ე.ი. ორჯერ გაიზარდა და კიდევ ორჯერ და როგორ იცვლება ოქროს ფერი. აი, აქ არის წითელი, მერე მწვანე და აქ უკვე უახლოვდება მოყვითალოს – ოქროსფერს. ნანონაწილაკებს დიდი ხანია იყენებდნენ ვიტრაჟების ტექნოლოგიაში, მაგრამ არავინ არ ეძახოდა მათ ნანონაწილაკებს.

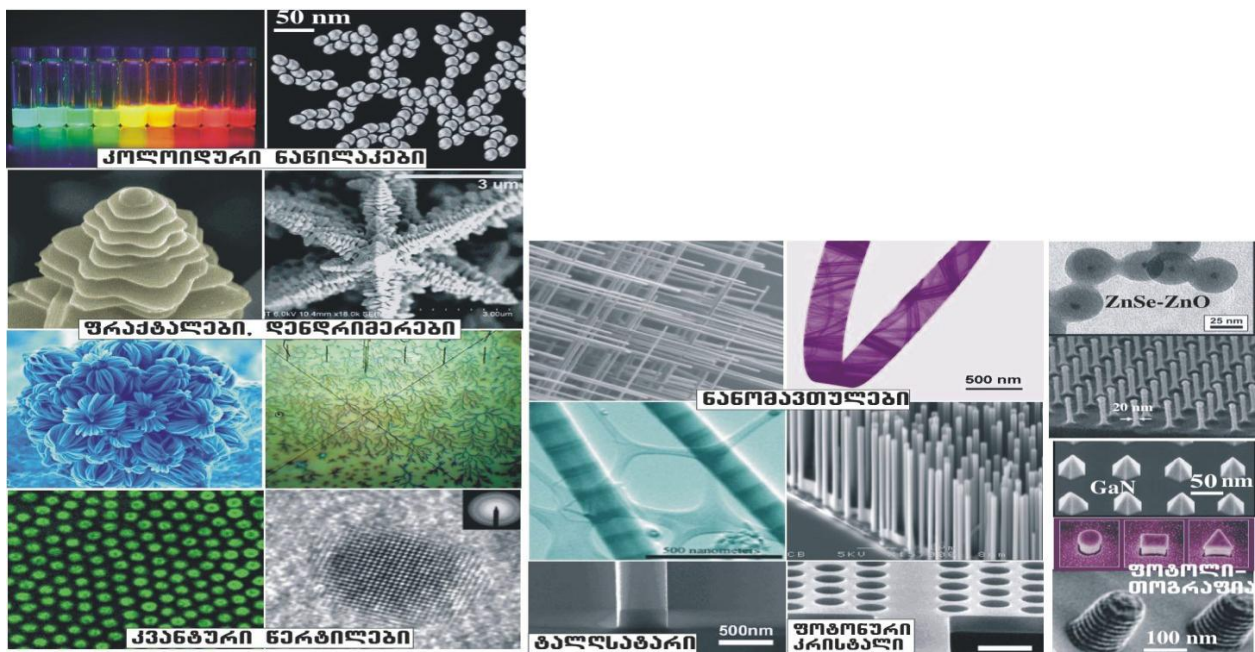
ნახ.№4



ეს არის ლოქსუსის თასი (ნახ. №5) მე-4 საუკუნე ჩვ.წ.აღ-მდე და მისი ფერი იცვლება იმისდა მიხედვით, თუ როგორ არის განათებული. მინაში შერეულია ოქროს და ვერცხლის ძალიან მცირე ნაწილაკები. ნანომეცნიერება დაიწყო მაშინ, როდესაც შეძლეს ნანონაწილაკების მიღება ცალკეული ატომის შეერთებით ან ნივთიერებების დაშლით მცირე მასშტაბებამდე და გაზომვა. გააზრებულად ეს დაიწყო 70-იანი წლიდან. „ნანოტექნოლოგია“ ტერმინად შემოიტანა 74 წელს იაპონელმა მეცნიერმა ტანი გუჩიმ. ამ პატარა ნაწილაკებიდან დაიწყეს ხელსაწყოების გაკეთება, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იყოს. მაგალითად, გააკეთეს მოტორი, რომლის დიამეტრიც იყო 500 ნანომეტრი. ის თვალთ არ ჩანს, მაგრამ მუშაობს. ეს გამოდგება იმისათვის, რომ სისხლში შევიყვანოთ და რაღაც მანიპულაცია გააკეთოთ რომელიმე ორგანოზე. ნანონაწილაკების ფორმა შესაძლოა გარეგნულად სხვადასხვაგვარი იყოს. ნანონაწილაკების გამოკვლევა სრულდება სპეციალურ დანადგარებზე. ეს

არის ელექტრონული მიკროსკოპი და ატომური მიკროსკოპი. ახლა მე მინდა განახოთ რა ღამაში არის ნანოწილაკები ელექტრონულ მიკროსკოპში გადაღებული. (ნახ. №6)

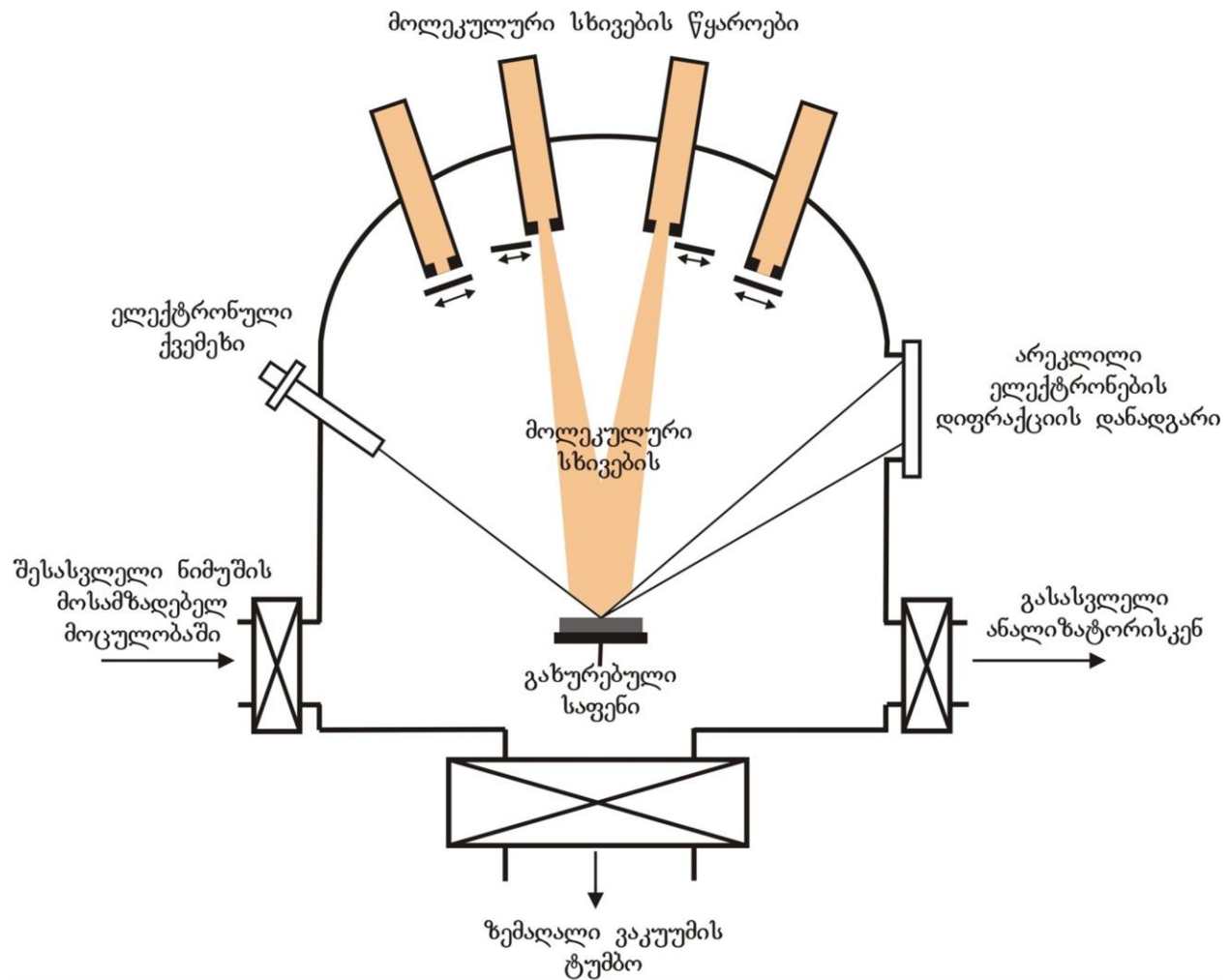
ნახ. №5



ნახ.№6

მათი დანახვა შეუიარაღებელი თვალით, რასაკვირველია, შეუძლებელია. ნანონაწილაკების მიღება ხდება სხვადასხვა გზით. მაგალითისათვის მოვიყვან ერთ-ერთ მათგანს (ნახ. №7).

ნახ. №7



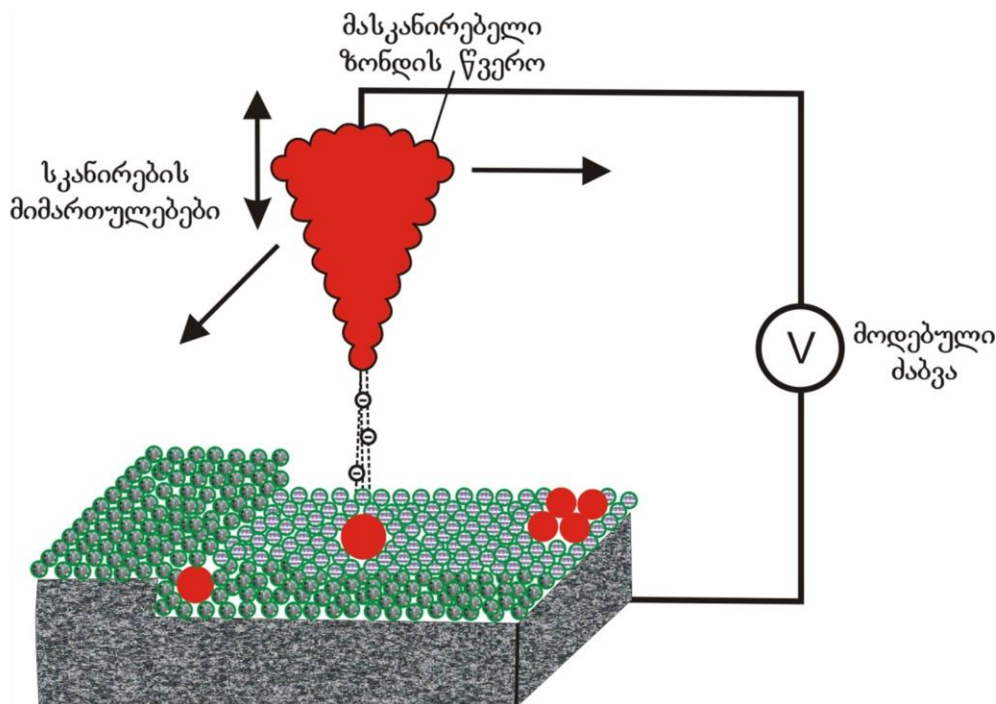
მოლეკულურ-სხივური ეპიტაქსიის დანადგარის პრინციპული გამოსახულება

ეს არის ძალიან მაღალი ვაკუუმის მქონე მოცულობა. რას ნიშნავს ვაკუუმი? თუ დახშული ჭურჭლიდან გამექაჩავთ ჰაერს, ისე რომ მასში თითქმის არ არის იქ ჰაერის მოლეკულები, ფაქტიურად ცარიელია. აი, ორი პატარა კაფსულა სხვადასხვა ნივთიერებით. თუ კაფსულებს გაახურებთ, ისინი ამოაფრქვევენ სხვადასხვა ატომებს, რომლებიც დაეფინებიან საფენზე და ამით თქვენ შეძლებთ, შექმნათ სასურველი სტრუქტურა. მაგალითად, ვერცხლის და სპილენძის ატომები დასვათ გვერდ-გვერდით და მიიღოთ სათანადო სტრუქტურა.

თქვენ შეგიძლიათ საფენზე დასვათ ჯერ ერთი ერთი ატომი, გვერდზე დაუსვათ მეორე ატომი და ა.შ. შეიქმნება ახალი სხეული. ამ მეთოდით „აი ბი ემი“-ის მკვლევარებმა დაწერეს IBM. ეს იყო 86 წელს, თუ არ ვცდები.

ატომური მიკროსკოპი (ნახ. №8) არის ბოლო მიღწევა კაცობრიობისა ტექნიკაში. აი, ეს არის ფაქტიურად ნემსის წვერი. თქვენ ხედავთ, რომ მისი თავი მთავრდება ერთი

ნახ. №8

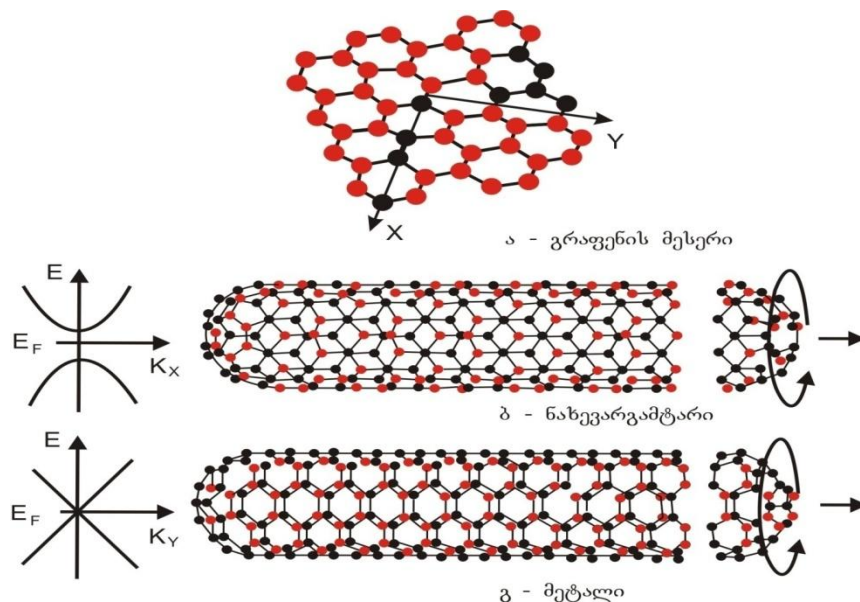


საკვლევი ნიმუშის ზედაპირის და ზონდის განლაგება ტუნელური მიკროსკოპის გამოყენების დროს

ატომით, ეს კიდევ არის ზედაპირი, რომელზეც ჩვენ უნდა ვიმოქმედოდ. თუ მათ შორის მოვდებთ ელექტრონულ ველს, მოხდება ელექტრონების გამოსვლა. თქვენ ხედავთ, სადაც ამოზნექილია ატომის ზედაპირი, იქიდან მეტი ელექტრონი ამოდის, სადაც ატომებს შორის არეა, იქ ნაკლები ამოდის და სათანადო გარდაქმნების საშუალებით თქვენ იღებთ და პირდაპირ ხედავთ ატომურ ზედაპირს. მაგრამ ყველაზე საინტერესო ის არის, რომ ატომური მიკროსკოპის საშუალებით შეიძლება ატომები გადაადგილოთ. ამისათვის თქვენ ახლოს

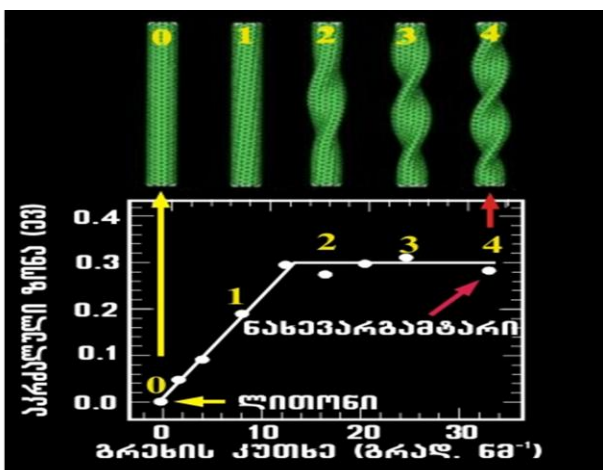
მიიტანთ ნემსის (ზონდის) წვერს მინარეულ ატომთან, ხედავთ მწვანესთან, მიიტანთ ახლოს, მოსდებთ სათანადო ველს, ეს ატომი მიეკრობა ნემსს ანუ ზონდს, მერე თქვენ ამ ზონდს გადასწევთ მიკრული ატომიანად სხვა ადგილზე და მერე გამორთავთ ველს. ეს ატომი მოსცილდება ზონდს და იქ ჯდება. თქვენ შეგეძლებათ მანიპულირება ატომის დონეზე. ეს არის მართლაც ფანტასტიკური შედეგი დღევანდელი კაცობრიობის მიღწევისა. ამ მეთოდით თქვენ შეგიძლიათ შექმნათ სხვადასხვა სიდიდის ნანონაწილაკები, თუ აიღებთ 13, 15, 16, 20, 200 ან მეტ ატომს, 3000 ატომამდე. ამას ყველაფერს შეიძლება ვუყუროთ ტელეეკრანზე. ნანონაწილაკების თვისებების დამოკიდებულება მათ ზომებზე არის მათი ყველაზე გასაოცარი და საინტერესო ბუნება. ნივთიერება ერთნაირი არის, მაგრამ ამ ნივთიერების სხვადასხვა ზომის ნანონაწილაკებს ექნებათ სხვადასხვანაირი თვისებები. ნახშირბადი, როგორც ჩანს, მნიშვნელოვანი ელემენტია ნანოტექნოლოგიებისათვის, იმიტომ რომ ნახშირბადს აქვს რამდენიმე მოდიფიკაცია: ერთი არის ალმასი, მეორე არის გრაფიტი და აღმოჩნდა, რომ მას კიდევ ერთი მოდიფიკაცია აქვს – გრაფენი. ეს არის ერთი ფენა ნახშირბადის ატომებისა. მყარ სხეულში თითქმის ყველა ატომს ჰყავთ მეზობლები ყველა მხრიდან და აი, გარეგნს ჰქონია ერთი ფენა და არა ჰყავს მეზობლები ზემოდან და ქვემოდან. წითელი არის ნახშირბადის ატომები. შარშანდელი ნობელის პრემია მიანიჭეს სწორედ ამ გრაფენის აღმოჩენისათვის. სასაცილო იყო როგორ აღმოაჩინეს, რუსები იყვნენ და რუსულად მოიქცნენ. სკოჩი დააწებეს გრაფენს და მოაძრეს და მერე ნახეს, რომ ერთი ფენა აძვრა, მერე გამოიკვლიეს, ძალიან ძნელი გამოსაკვლევი იყო. ამ გრაფენს ძალზედ საინტერესო თვისებები აღმოაჩნდა: პირველი – იმისდა მიხედვით, თუ თქვენ დენს რა მიმართულებით გაატარებთ (ნახ. №9).

ნახ. №9



აქ არის ორი მიმართულება: x და y . ერთი მიმართულებით მას აქვს მეტალური გამტარებლობა, ძალიან კარგად ატარებს დენს და მეორე მიმართულებით კი – დენს არ ატარებს, ე.ი. დიექტრიკია. თუ ამ ფირფიტას, ამ გრაფენს დაახვევთ y -ის მიმართულების გარშემო, იგი იქნება მეტალური გამტარებლობის, თუ დაახვევთ x -ის მიმართულების გარშემო, მიიღებთ ნახევარგამტარს. დახვეულ გრაფენს ჰქვია ნანომილები, რომლითაც მთელი მსოფლიოა დაინტერესებული. ნანომილების სიმაგრე უფრო მეტია, ვიდრე ალმასის. ამის საილუსტრაციოდ მოვიყვან შემდეგ მაგალითს: იყო ასეთი პროექტი, რომ გაეკეთებინათ თანამგზავრიდან ლიფტი დედამიწაზე. ის რომ ყველაზე ძლიერი ფოლადისაგან გაეკეთებინათ, მაშინ დედამიწაზე მისი დიამეტრი უნდა ყოფილიყო 200 მ. და წონა 10 მილიარდი ტონა, ე.ი. ფანტასტიკაა და მას ვერ შექმნიდნენ. თუ ნანომილებს გამოიყენებენ, მაშინ მისი რადიუსი იქნებოდა სულ რაღაც 13 სმ. და ამ ლიფტის წონა იქნებოდა კილოგრამები. ამ ნანომილაკებს დიდი გამოყენება აქვს ელექტრონიკაში, იმიტომ რომ ნანომილაკი რომ მოღუნო, მისი გამტარებლობაც იცვლება და თუ გამტარებლობა იცვლება რაიმე ზემოქმედებით, მაშინ შეიძლება გააკეთო რაიმე ხელსაწყო, მაგალითად, ტრანზისტორებს რომ ეძახიან, დიოდებს და ა.შ. გარდა ამისა, ეს ნანომილაკები გამოიყენება მედიცინაში. მასში შეიძლება ჩატვირთოთ რაიმე წამალი, მერე ადამიანს გაუკეთოთ სათანადო ინექცია, რომელიც შეიცავს ამ მილაკებს და სისხლთან ერთად ის მივა ორგანიზმის სათანადო ადგილამდე. ეს არ არის მარტო პროგნოზი. უკვე კეთდება ზოგიერთი წამლებისათვის, ზოგისთვის კი ცდები ტარდება.

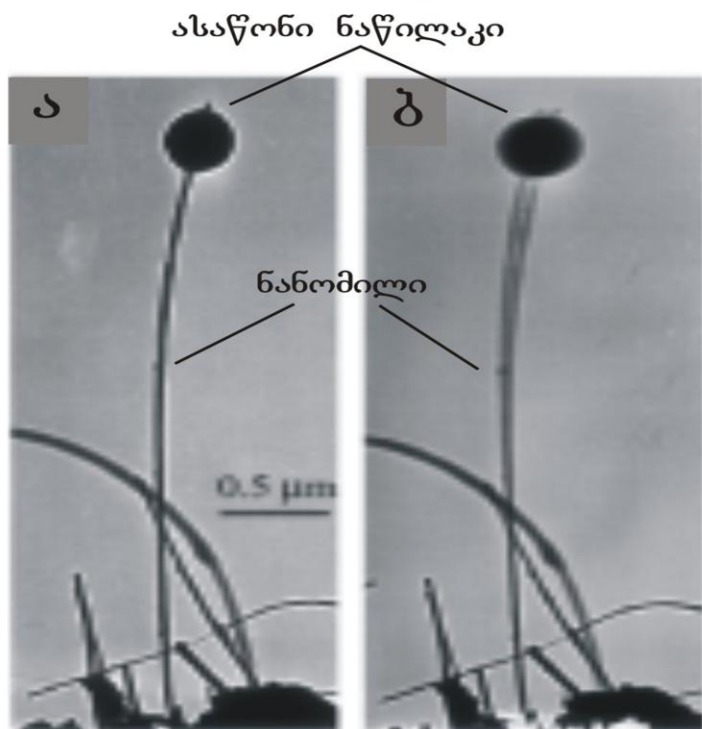
ნახ. №10. აქ არის ნაჩვენები გამტარებლობა იმისდა მიხედვით, მასალას როგორ დაუგრიხავთ. დაუგრიხავს არ აქვს გამტარებლობა, დაგრეხით გამტარებლობა იზრდება.



ლითონური ნანომილაკის ნახევარ-გამტარად გარდაქმნა დაგრეხისას.

მინდა განახოთ ფანტასტიკური სიზუსტის სასწორი (ნახ. №11), რომელიც უკვე გაკეთებულია.

ნახ. №11



**ნანომილის გამოყენების
საშუალებით შექმნილი
სასწორი.
სტატიკური (ა) და რხევის
მდგომარეობა (ბ)**

ნანომილას მიამაგრებენ სხეულს, რისი გაზომვაც უნდათ. ჯერ გადაიღებენ მიუმაგრებლად მის რხევებს, მერე რაღაცას მიამაგრებენ და ისე გადაიღებენ რხევებს. რხევების სიხშირე იცვლება, ეს ცნობილი ფიზიკური ფაქტია და ამის მიხედვით ადგენენ წონას. გაზომილი არის ფენტა გრამი. ფენტა გრამი არის 10^{-12} , ანუ გრამი უნდა გაყოთ მილიონჯერ და კიდევ მილიონჯერ. ფანტასტიკური შედეგია.

რა შეიძლება კიდევ ითქვას ნანოტექნოლოგიების შესახებ. წინასწარმეტყველებენ, რომ შეიძლება ისეთი მასალები შეიქმნას, რომელიც თქვენი სურვილის მიხედვით შეიცვლიან თვისებებს. მაღაზიაში მიხვალთ, ორგანული მასალა მინდა, ფოლადზე მაგარი, მაგრამ რომ არ იწვოდეს, იყოს

მსუბუქი და ეს ყველაფერი შესაძლებელია. გარდა ამისა, სრულიად რეალურად მუშაობენ დღეს ე.წ. დესემბლერებზე და ასემბლერებზე. რა არის დესემბლერი? დესემბლერი არის ისეთი მოწყობილობა, რომელიც შლის სხეულს ატომებად, მაგალითად, თქვენ გაქვთ აი, ეს სხეული და ამას დაშლის ატომ-ატომად. პირველი, ატომს მოაშორებს და კომპიუტერში ჩაიწერს მის მონაცემებს და კოორდინატებს, შემდეგ მეორე ატომს, მესამეს და ა.შ. მთლიანად დაშლის სხეულს. კომპიუტერში ყველა კოორდინატი იქნება. შემდეგ იქმნება ასემბლერი, რომელიც შექმნის ატომებისაგან იგივე სხეულს, თუ მიაწოდებთ სათანადო ნივთიერების ატომებს. საქმე ის არის, რომ ამ მოწყობილობას შეიძლება ჰქონდეს რეპლიკაციის უნარი, ე.ი. თავის თავი გაიმეოროს. თუ გააკეთებთ ერთ დესემბლერს და ასემბლერს, ისინი გაიმეორებენ თავის თავს უამრავჯერ. ადამიანს შეეძლება რობოტების საშუალებით მოახდინოს უცხო პლანეტების კოლონიზაცია. კოსმონავტი არ ჩავა სხვა პლანეტაზე, მაგრამ რობოტები გააკეთებენ ყველაფერს. ყველაზე საინტერესო მაინც ის არის, რომ წინასწარმეტყველებენ ადამიანის უკვდავებად სიცოცხლეს. ეს განხორციელდება თვალთ უხილავი ზომის კომპიუტერების შექმნით. ერთი ჩემი გამოცდილების შესახებ მოგიყვებით: „მიონის“ მთავარი ინჟინერი ვიყავი 80-იან წლებში. ჩვენ მოგვცეს იმ დროისათვის საუკეთესო გამოთვლითი მანქანა БЕСМ-6, საკმაოდ დიდი მოცულობის იყო (დაახლოებით სიმაღლეში 1,8 მეტრი, სიგანეში 1,2 მეტრი და სიგრძეში 2.5 მეტრი). ახლა ჯიბის კალკულატორი 100-ჯერ მეტს აკეთებს. ძალიან სწრაფად განვითარდა ეს ტექნოლოგია. ახლა უკვე მომავალი ნანოკომპიუტერები იქნება 1000-ჯერ ნაკლები თანამედროვე კომპიუტერებზე, ამიტომ სისხლის კაპილარებში სისხლთან ერთად იმოძრავენ თავისუფლად. შეიძლება მას ჰქონდეს გადამცემი საშუალება, რომელიც გადასცემს ინფორმაციას ექიმს, თუ რომელიმე ორგანოსთან რაღაც დეფექტი შეამჩნია. ექიმი ნანომილაკის საშუალებით სათანადო წამალს მიიტანს დაზიანებულ ორგანოსთან. ფაქტიურად, ადამიანი კვდება იმისაგან, რომ მისი ორგანოები იცვითება. ეს მეთოდი კი აღადგენს ორგანოს დაზიანებულ არეს. კომპიუტერი მუდმივად იქნება ადამიანის ორგანიზმში და სისხლთან ერთად იცირკულირებს. ენერგიას მიიღებს ადამიანის სითბოსგან. მეცნიერები სერიოზულად წინასწარმეტყველებენ, რომ შესაძლებელი იქნება ადამიანის ორგანიზმს პირდაპირ გადაეცეს ენერგია საკვების მიღების გარეშე. ამ დებულებამ დიდი გავლენა არ უნდა გამოიწვიოს, თუ გავიხსენებთ იმ ფაქტს, რომ დღეისათვის მსოფლიოში არსებობს ათასამდე ადამიანი – „მზისჭამიები“, როგორც მათ ეძახიან, რომლებიც საზრდოობენ მხოლოდ მზის ენერგიით და არ იღებენ არავითარ საკვებს (რაც დამტკიცებულია მკაცრი შემოწმების საშუალებით). ნანოტექნოლოგიების საშუალებით თეორიულად შესაძლებელია ძროხის გარეშე ბალახიდან უშუალოდ მიღებულ იქნას რძე.

მე კიდევ შემიძლია ბევრი კარგი რაღაცის მოყოლა, მაგრამ მე მინდა, უარყოფით მხარეებზე გავამახვილო ყურადღება, იმიტომ რომ საშინელება შეიძლება მოუტანოს კაცობრიობას ამ ნანოტექნოლოგიებმა. წარმოიდგინეთ, რომ ამ კომპიუტერის ნაცვლად, რომელსაც თქვენ ვერც ხედავთ, ვერც გრძნობთ, შეიძლება ორგანიზმში შეყვანილ იყოს კომპიუტერი სათანადო პროგრამით ხელის ჩამორთმევით, რომელიმე სამედიცინო ანალიზების აღებისას ანდა ნემსის გაკეთების ან აცრის დროს, რომელიც თქვენს ტვინის უჯრედებთან მივა და მოახდენს თქვენს ზომბირებას. ზომბი ნიშნავს ისეთ ადამიანს, რომელიც უსიტყვოდ ასრულებს ყველა გარეშე ბრძანებას. ჩემი აზრით, ეს საშინელებაა. გარდა ამისა, შეიძლება ისეთი ჯარისკაცების ჩამოყალიბება, რომლებსაც არაფრის ეშინიათ და ყველა ბრძანებას ასრულებენ. ამერიკაში, მასაჩუსეტის უნივერსიტეტში მუშაობს ნანოტექნოლოგიების სამხედრო ინსტიტუტი, რომელიც მუშაობს ახალი თაობის იარაღის შექმნაზე. ახლა მე მინდა ვთქვა, რომ კაცობრიობის მიერ ახალი მიღწევების გამოყენების ისტორია ძალიან შემაშფოთებელია, რადგან რაც კი ახალი გამოიგონა ადამიანმა, გამოიყენა მეორე ადამიანის წინააღმდეგ. გავიხსენოთ I მსოფლიო ომის დროს „პირიტის“ მომწამლავი გაზის გამოყენება. იგივე ნობელი აიღეთ, ნობელის პრემია რომ დაარსა. მან გამოიგონა ასაფეთქებელი ნივთიერება, რომლის გამოყენებას გეგმავდნენ გზებისა და გვირაბების გაყვანის სამუშაოების შესრულების დროს. მაგრამ დღესაც ტერორისტები ამ ნივთიერებას იყენებენ ასაფეთქებლად. ამერიკელებმა გააკეთეს ატომური ბომბი და II მსოფლიო ომის ბოლოს მისი საშუალებით გაანადგურეს ხიროსიმა და ნაგასაკი. მოგახსენებთ რა მოხდა სულ რამდენიმე წლის წინ. ნანოტექნოლოგიაში ბევრი რამ ჯერ კიდევ არ არის ჩამოყალიბებული, ცნებებიც კი არ არის ბოლომდე დადგენილი, ბევრი კანონზომიერება შესასწავლია, მაგრამ ამერიკელებმა უკვე გააკეთეს ბომბი ნანოტექნოლოგიების გამოყენებით და გამოსცადეს. იგი დამანგრეველი და გამანადგურებელი უნარით ატომურ ბომბს აღემატება, იმიტომ ამერიკელებმამას „მამ ბომბ“ – დედა ბომბი უწოდეს. რუსებმა 3 თვის შემდეგ თავისი ბომბი გამოსცადეს. მათი ბომბი უფრო ძლიერი აღმოჩნდა და ამერიკელების ჯინაზე დაარქვეს „პაპა ბომბა“ – მამა ბომბი. ამაზე მეტი ცინიზმი წარმოუდგენელია, როცა ადამიანის მოსაკლავ საშუალებას არქმევს ორ უძვირფასეს სახელს: დედას და მამას.

პროგნოზის მიხედვით, 2015 წლისათვის გამოშვებული იქნება 1 ტრილიონზე მეტი ნანოპროდუქცია. ყველა დიდი ქვეყანა – ა.შ.შ., რუსეთი, ჩინეთი, იაპონია – დღესდღეობით ინტენსიურად მუშაობენ ნანოტექნოლოგიების განვითარებაზე, იმიტომ რომ იციან, რომ დღევანდელი ფიზიკა ხვალინდელი იარაღია და ვისაც ექნება ნანოტექნოლოგიები უმაღლეს დონეზე, ის იქნება მსოფლიოს ბატონ-პატრონი. ეს დიდი ქვეყნები გულუხვად გამოყოფენ სათანადო თანხებს ამ პრობლემის გასაწვდომად. მაგალითად, ამერიკამ 10 მილიარდი გამოყო

შარშან. ეს მარტო ბიუჯეტიდან და დაახლოებით ამდენივე გამოყო კერძო კაპიტალმა. პუტინმა შარშანწინ ნანოტექნოლოგიებზე გამოყო ისეთი დაფინანსება, რაც ერთად აღებულ მეცნიერების სხვა დარგებზე. რატომ არის საშინელი ნანობომბი? იმიტომ რომ ატომურ ბომბს აქვს თავისი მუხრუჭი. ატომური ბომბის გამოყენების შემდეგ, იმ ტერიტორიაზე ნარჩენი რადიაციის გამო 10 000 წლის განმავლობაში ვერავინ ვერ შევა, ვერაფერს ვერ დათესავს, ვერ ააშენებს, ის ტერიტორია დაკარგულია. გარდა ამისა, როგორი იქნება ქარი, როგორი იქნება წყალქვეშა დინებები, ამისდა მიხედვით თვით ბომბის გამომყენებელიც შეიძლება მოექცეს ნარჩენი რადიაციის გავლენის ქვეშ. მაგალითად, როცა ჩერნობილში მოხდა აფეთქება, 10-ჯერ თუ 12-ჯერ გაიზარდა შავ ზღვაში რადიაციის ფონი. რამდენი ახალგაზრდა დაავადდა კიბოთი და სხვა საშინელი სნეულებებით. ამიტომ ატომურ ბომბს აქვს თავისი მუხრუჭი. ნანოტექნოლოგიური ბომბიც ანუ ვაკუუმის ბომბიც ყველაფერს კლავს, ანგრევს, მაგრამ მას ნარჩენი რადიაცია არ გააჩნია. მეორე დღეს უკვე შეგიძლია გამოიყენო ეს ტერიტორია – ეს არის საშინელება. გარდა ამისა, მასაჩუსეტის ინსტიტუტში მუშაობენ პატარა ხელოვნურ მწერებზე, რომლებშიც იქნება შხამი. 50 000 ასეთი მწერი ეტევა დაახლოებით ასეთი კომპიუტერის ოდენა ყუთში და შეუძლია მოსპოს სიცოცხლე მთელ დედამიწაზე. ამის წინააღმდეგ ბრძოლა ძალიან ძნელია, იმიტომ რომ შენ ვერც იგრძნობ, რომ გიკბინა. რუსებმაც გააკეთეს ხელოვნური ბუზი, რომელიც შედის ორგანიზაციაში და იღებს ყველაფრის ფოტოებს და გადასცემს ინფორმაციას. როდესაც ნანობრძოლუქციას აკეთებენ, აქტუალურია ეკოლოგიური პრობლემა, რა გამოიყოფა, რით ბინძურდებაგარემო. შარშან მომიხდა ეკოლოგიურ კონფერენციაზე გამოსვლა, შევისწავლე ეკოლოგიური დაცვის პირობები და გამიკვირდა, რა მდგომარეობაა მსოფლიოში ამ მხრივ. ჯერ ერთი, ეკოლოგიაზე გაცილებით ნაკლები იხარჯება, ვიდრე შეიარაღებაზე და ახალი წარმოების შექმნაზე, მერე, ერთ მაგალითს მოვიყვან: მსოფლიო ეკოლოგიურმა ცენტრმა დაამტკიცა, რომ ესა და ეს ნივთიერება მაგნეა, მისი გამოყენება არ შეიძლება და ეს უნდა შეიცვალოს ახალი ნივთიერებით, რომელიც უვნებელია. არც ერთმა სახელმწიფომ ეს რეკომენდაცია არ შეასრულა, იმიტომ რომ თავისი წარმოებები უნდა გარდაექმნა, ეს კი დიდ ფულთან არის დაკავშირებული. ეკოლოგიაში არის ძალიან მნიშვნელოვანი კანონი, რომ ყველაფერი სადღაც უნდა იყოს, არაფერი არ ქრება. აქედან გამომდინარე აკეთებენ ძალიან ცუდ პროგნოზს, რომ შეიძლება შეიქმნას არაკონტროლირებადი ნივთიერებები თავისთავად. თქვენ ამ ნივთიერებას ვერცერთი არსებული ფილტრით ვერ შეაკავებთ, იმდენად მცირეა ნაწილაკების ზომები. როგორ იმოქმედებენ ეს ნაწილაკები ერთმანეთთან არავინ არ იცის. აკეთებენ პროგნოზს, რომ შეიძლება წარმოიქმნას ე.წ. „გო“. „გო“ არის ინგლისურად ლორწოვანი, სლიკინა. შეიძლება იყოს ორი „გო“: მწვანე „გო“ და ყავისფერი „გო“, რომელთაც ექნებათ რეპლიკაციის (თვითგამრავლების) უნარი და შეიძლება მოედონ დედამიწის ზედაპირს. თქვენ ვერც დათესავთ და

ვერც ვერაფერს გააკეთებთ მათ მოსასპობად. ეს შეიძლება მოხდეს 5 წელიწადშიც, შეიძლება – 10 წელიწადშიც. ახლა მინდა ვისაუბრო პრევენციაზე, ანუ რა შეიძლება გააკეთოს კაცობრიობამ, რომ აიცილოს თავიდან ეკოლოგიური კატასტროფები გამოწვეული ნანოტექნოლოგიებით. უნდა აღვნიშნოთ, რომ ატომური ბომბის ტექნოლოგიამ გაასწრო მის ფილოსოფიურ და საზოგადოებრივ გააზრებას. ჯერ ატომური ბომბი ააფეთქეს ხიროსიმაში და ნაგასაკში და მძინარე ხალხი დაღუპეს და და მერე დაიწყო ბომბის გამოყენების წინააღმდეგ ბრძოლა. ეინშტეინმა, რომელმაც ხელი მოაწერა ამერიკის პრეზიდენტისადმი გაგზავნილ წერილს, რომელშიც რეკომენდაციას უწევდა ბომბის შექმნას, დაიწყო ბრძოლა ბომბის გამოყენების წინააღმდეგ და შეიქმნა მოძრაობა მთელ მსოფლიოში ატომური ბომბის გამოყენების წინააღმდეგ. ჩემი აზრით, დაგვიანებული იყო. ახლა ალბათ დროა, რომ ყურადღება მიექცეს ნანოტექნოლოგიების სწორი მიმართულებით განვითარებას, რომ ფართო საზოგადოება ინფორმირებული იყოს ნანოტექნოლოგიების საშიში მხარეების შესახებ, რადგან დროულად აღკვეთოს ნანოტექნოლოგიების მავნე მხარეების განვითარება. და თუ ყველა გაიაზრებს, რა არის ცუდი, ხოლო ღვთისმსახურები ილოცებენ, მე იმედი მაქვს, რომ ადამიანმა შეიძლება ბოლოს და ბოლოს გაიგოს, რომ მეცნიერული მიღწევები უნდა გამოიყენოს არა თავის საზიანოდ, არამედ მხოლოდ – საკეთილდღეოდ.