

ტარას აბზიანიძე

**ნიუტონის კანონების კრიტიკა და
კეპლერის ელიფსის აბეზა**

**ა. ეინშტაინის ფარდობითობის
სპეციალური და
ზოგადი თეორიის შესახებ**



გამომცემლობა ინტელექტი
თბილისი

რედაქტორი

ალიკა გერასიმოვი

მთარგმნელი

მერაბ კანდელაკი

ბამომცემელი

გიორგი ჟვანია

ISBN 978-9941-466-98-4

© გიორგი ჟვანია, 2016

სარჩევი

რედაქტორისაგან.....7

ნიუტონის კანონების კრიტიკა და კავლერის ელიფსის აგება

წინასიტყვაობის ნაცვლად 15

ანოტაცია.....21

ნაწილი I. მსოფლიო მიზიდულობის ძალის შესახებ

თავი I. პლანეტების მოძრაობისა და მზის მიზიდულობის ძალის შესახებ

§1. ნიუტონის მექანიკის პირობითობა29

§2. მიზიდულობა ნიუტონის მექანიკაში, როგორც სხეულთა
მოძრაობის მიზეზი..... 34

§3. პლანეტათა მოძრაობის დინამიკური და კინემატიკური
დამტკიცებანი მათზე სიმძიმის ძალისა და ინერციის
ძალის მოქმედებისას 38

§4. პლანეტათა მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები... 44

§5. პლანეტების გადატანითი და ფარდობითი მოძრაობების
განსაზღვრა..... 59

§6. აჩქარების მიმართულება და მისი გამოსახვა კუთხური
და სექტორული სიჩქარეებით..... 66

§7. პლანეტის გადატანითი და ფარდობითი მოძრაობები
პოლარულ კოორდინატებში 69

თავი II. ციური მექანიკის ზოგიერთი საკითხის შესახებ

§8. ფარდობითი მოძრაობა და ორბიტის სახე..... 78

§9. კავშირი ორბიტის ექსცენტრიტეტსა და ლაპლასის
სიბრტყესთან ორბიტის დახრის კუთხეს შორის 84

§10. მიზიდულობის თეორიასა და რეალურ სინამდვილეს
შორის შეუსაბამობის რამდენიმე ფაქტი..... 89

§11. კეპლერის პირველი და მეორე კანონების გამოყვანა..... 101

§12. პლანეტის სიჩქარე და აჩქარება 112

§13. კეპლერის მესამე კანონის გამოყვანა..... 114
დასკვნა 117
ციტირებული ლიტერატურა:..... 118

ნაწილი II. თანაბარი მოძრაობის შესახებ

შესავალი..... 123

§1. მოძრაობა და უძრაობა 123

§2. სიმძიმის ცენტრის მოძრაობა..... 128

§3. წინააღმდეგობათა ერთიანობა და თანაბარი მოძრაობა..... 134

§4. რხევითი მოძრაობა და დიალექტიკურ-მატერიალისტური
მსოფლმხედველობა..... 139

§5. ინერციის კანონი და რხევითი მოძრაობა..... 144
დასკვნა 145
ციტირებული ლიტერატურა:..... 146

**ა. ეინშტაინის ფარდობითობის სპეციალური და ზოგადი
თეორიის შესახებ**

§1. არაეკვივალენტური სივრცე და ცელნერის, კრუქსის,
ჟოლესის, ბუტლეროვისა და ეინშტაინის
ოთხგანზომილებიანი სივრცე 149

§2. ეინშტეინის ფარდობითობის პრინციპი და მ. სეიფორის, მ. კანდინსკისა და კ. მილევეჩის აბსტრაქციონიზმი.....	159
§3. ეინშტეინი, მახიზმი, გერმანული ნაციზმი. დიალექტიკური მატერიალიზმი.....	172
§4. აინშტაინის ფარდობითობის სპეციალური და ზოგადი თეორია რელატივისტურამდე ფიზიკოსების მოძღვრებაში	180
§5. მაიკელსონის ცდა და ზოგადი შენიშვნები დედამიწის სიჩქარისა და მიმართულების შესახებ მისი ორბიტაზე მოძრაობის დროს. ლორენცისა და ფიცჯერალდის თეორია	192
§6. ფარდობითობის ზოგადი თეორიის ექსპერიმენტული შემოწმება.....	200
§7. ი. ნიუტონი და ა. ეინშტეინი	203
§8. დასკვნა	208
ციტირებული ლიტერატურა:.....	212

რედაქტორისაგან

ადამიანი უხსოვარი დროიდან ცდილობს გარემომცველ სამყაროს გაგებას და ინტუიციისა და იმ ცოდნის საფუძველზე, რომელიც მას მოეპოვება მოცემული მომენტისათვის, ან სამყაროს სურათის შექმნას.

ცოდნის მოცულობის ზრდასთან ერთად იცვლებოდა სამყაროს აგებულების სურათიც, მაგრამ რჩებოდა ჭეშმარიტების გარკვეული ნაწილი. სამყაროს აგებულების ჯერ კიდევ პირველი სურათები – სამ ვეშაპზე ან სამ სპილოზე მოთავსებული ჩვენი პლანეტა უკვე შეიცავდა ჭეშმარიტების ელემენტს – სახელდობრ მას, რომ იგი სასრული ზომებისაა. პტოლომეს წარმოდგენით, ერთი ციური სხეული ბრუნავდა მეორე ციური სხეულის ირგვლივ. ნიუტონის ცათა მექანიკის მიხედვით კი ციური სხეულები უკვე ურთიერთქმედებენ.

მეცნიერულად გააზრებული გარე სამყაროს აგებულების ახალი ფუძემდებლური იდეები ყოველთვის უკავშირდებოდა განსხვავებული წარმოდგენების ბრძოლას. ასე იყო „ფარდობითობის სპეციალური თეორიის“ დროსაც, რომელიც უარყოფდა მსოფლიო ეთერის არსებობას, ასე იყო ა. ეინშტეინის „ფარდობითობის ზოგადი თეორიის“ დროსაც, რომელიც უკუაგდებდა ნიუტონის ცათა მექანიკას.

ეს მექანიკა, ეინშტეინისაგან განსხვავებით და სულ სხვა მიზეზების გამო, უკუაგდო სკოლის მასწავლებელმა ტარას აბ-ზიანიძემ. იგი ცხოვრობდა თბილისში, საბჭოთა საქართველოს დედაქალაქში და ნაყოფიერად მუშაობდა ფიზიკის მეცნიერების გაფართოების საკითხებზე თავის სამშობლოში [1, 2]. სამყაროს აგებულების ეინშტეინისეული სურათი, დაწყებული მე-20 საუკუნის პირველი მეოთხედიდან და თითქმის ჩვენ დრომდე,

ოფიციალურად მიიჩნეოდა მთელი მეცნიერული მსოფლმხედველობის საფუძვლად. უკანასკნელ დროს ახალი ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე მრავალი მეცნიერი კატეგორიულად უარყოფს ამ თეორიების მართებულობას. უფრო მეტიც, მიუთითებენ მათ ნეგატიურ როლზე მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების პროცესში [2, 3, 4].

ასეთივე შეურიგებელი პოზიცია ეკავა ტარას აბზიანიძეს, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ იგი თავის მოსაზრებებს 80 წლით უფრო ადრე გამოთქვამდა და თანაც იმ დროს, როდესაც სრულად დომინირებდა სამყაროს აგებულების ეინშტეინისეული სურათი. ფლობდა რა მეცნიერების სხვადასხვა დარგში ფართო ცოდნასა და აზროვნების ისეთ სიმძლავრეს, რომელიც არაფრით ჩამოუვარდებოდა მეცნიერების კორიფეთა სიმძლავრეს, ან თვალნათლივ დაინახა ამ თეორიათა უსაფუძვლობა და დაუსაბუთებლობა, იგი მარტოდ, დაუცხრომელად ამტკიცებდა ამას მეცნიერული მსჯელობით. ჯეროვნად აფასებდა რა ნიუტონის გენიალურ ინტუიციას, ნიუტონისა, რომელმაც დაწერა პლანეტების მოძრაობის სწორი მათემატიკური ფორმულები, ბატონი ტარას აბზიანიძე კატეგორიულად უარყოფდა მხოლოდ მიზიდულობის ძალის არსებობას განზიდვის ძალის გარეშე. ეყრდნობოდა რა ცნობილი მექანიკოსების შრომებს, მან ეს დაამტკიცა თავის წიგნში „ნიუტონის კანონების კრიტიკა და კეპლერის ელიფსის აგება“. მან თვალნათლივ გვიჩვენა, რომ კეპლერის ელიპტიკური ორბიტების მიღება შეუძლებელია მხოლოდ ნიუტონის სამ და მსოფლიოს მიზიდულობის კანონებზე დაყრდნობით, როდესაც არ ვითვალისწინებთ განზიდვის ძალას.

მიზიდულობისა და განზიდვის ძალების ერთობლიობა კი ახასიათებს რხევით მოძრაობებს, რაც ჩვენი ავტორის აზრით, მატერიის მოძრაობის თანდაყოლილი თვისებაა. ასე რომ, ციური სხეულების მოძრაობა ელიპტიკურ ორბიტებზე წარმოადგენს ამ სხეულების რხევითი მოძრაობების ჯამს, მაგრამ ამ მარტივ ლოგიკურ დასკვნას ეწინააღმდეგება არსებული აზრი, რომ კეპლერის ელიფსის აგება რხევითი მოძრაობების საფუძველზე შეუძლებელია. ბატონმა ტარას აბზიანიძემ მათემატიკურად

დაამტკიცა – რამდენიმე რხევითი მოძრაობების შეკრებით შესაძლებელია კეპლერის ელიპტიკური ორბიტების მიღება. ბატონ ტარას აბზიანიძისათვის ეინშტეინის ორივე თეორიის მიუღებლობა ამ თეორიების ხელოვნურობაში, რეალური ბუნებისაგან მოწყვეტაში და ისეთი არგუმენტების არარსებობაშია, რომლებიც შეძლებდნენ მათი სიმართლის დამტკიცებას. „მათემატიკა ვერ აიღებს პასუხისმგებლობას ზოგიერთი ძირითადი დებულებების დედაარსზე, როდესაც ისინი მოწყვეტილია ძირითადი მატერიალური სინამდვილისაგან... არასწორი პოსტულატების და არასწორი წინაპირობის შემთხვევაში, ვლებულობთ მცდარ არასწორ და გაუგებარ შედეგს, თუმცა მოცემული საკითხი მათემატიკურად სწორად იყო დამუშავებული“. ბატონი ტარასი კატეგორიულად ეწინააღმდეგებოდა ობიექტური მატერიალური სინამდვილისადმი ეინშტეინისეულ იმდაგვარ მიდგომას, როდესაც ამბობენ, რომ „თეორია უნდა იგებოდეს გონებაჭვრეტით და შემდეგ კი მეტად თუ ნაკლებად ხელოვნური დამატებითი პოსტულატების საშუალებით, ხდებოდეს ცდისეულ ფაქტებთან შეწყობა“, ან როდესაც აკვირდებოდნენ იმ აზრს, რომ „თუ გონების წინააღმდეგ საერთოდ არ შევცოდავთ, მაშინ ვერც ვერაფერსაც მივაღწევთ“.

ეინშტეინის ორივე თეორიის ჭეშმარიტების დამამტკიცებელი არგუმენტების არარსებობას ბატონი ტარასი იმითაც ამტკიცებს, რომ ეს „არგუმენტები“ მიიღეს კლასიკური ფიზიკის ჩარჩოებში ეინშტეინამდე ბევრად ადრე. მაგალითად, საყოველთაოდ ცნობილი ფორმულა $E=mc^2$, რომელიც უსამართლოდ ეინშტეინს მიაწერეს, გამოიყვანა ბევრად ადრე ჯოზეფ ტომსონმა. ბატონი ტარას აბზიანიძე გამოდიოდა მოხსენებით საბჭოთა კავშირის მეცნიერთა აკადემიის ფიზიკის, ასტრონომიისა და მათემატიკის ინსტიტუტების აკადემიური აუდიტორიების წინაშე თბილისში, ლენინგრადსა (ამჟამად სანქტ-პეტერბურგი) და მოსკოვში. ამ მოხსენებების პროტოკოლებიდან, სხდომათა სტენოგრამებიდან და მოხსენებების შესახებ რეცენზიებიდან ცხადი ხდება, რომ გაცხოველებული აზრთა გაცვა-გამოცვლის მიუხედავად, მომხსენებლის არგუმენტების წინაშე პრინციპულ შეპასუხებას ადგილი არ ჰქონია. მაგრამ გასაგები მიზეზების გამო (იხ. ქვემოთ) მათ-

თან არც დეკლარირებული თანხმობა იყო გამოთქმული. არის მხოლოდ ამ „მოხსენებების შინაარსის პუბლიკაციის სასურველობა ფართო დისკუსიისათვის“, რის შედეგადაც ავტორმა გამოქვეყნა ორი წიგნი: „ნიუტონის კანონების კრიტიკა და კეპლერის ელიფსის აგება“ და „ბუნებისმეტყველების ზოგიერთი მეთოდოლოგიური პრობლემის შესახებ; ა. ეინშტეინის ფარდობითობის სპეციალური და ზოგადი თეორიის შესახებ“. მაგრამ რადგანაც ჯერ კიდევ 1934 წელს მიიღეს სკპ(ბ) ცენტრალური კომიტეტის დადგენილება „დისკუსიები რელატივიზმის შესახებ“ [2], რომლის მიხედვითაც ფარდობითობის თეორიის კრიტიკისათვის ავტორები ისჯებოდნენ საკონცენტრაციო ბანაკებში გაგზავნით, მეორე წიგნი, ბატონი ტარასის სიცოცხლეში არ დაბეჭდილა. პირველი წიგნი კი, რომელიც არ შეიცავს ეინშტეინის აშკარა კრიტიკას, გამოვიდა 1961 წელს, როდესაც საგრძნობლად დაუბერა პოსტსტალინური თავისუფლების ქარმა და ბატონი ტარასის ძმამ, ლადიკო აბზიანიძემ დაიკავა მაღალი თანამდებობა საქართველოს მთავრობაში. ტარას აბზიანიძე კი, ჩემი აზრით, გადაურჩა მკაცრს დევნას მხოლოდ იმიტომ, რომ იგი მოკლებული იყო ხმაურიან ტიტულებს და სამეცნიერო ნოდებებს, თანაც არ ჩანდა მის იდეებთან დეკლარირებული თანხმობა იმათგან, ვისაც კარგად ესმოდა, თუ რა შედეგების მიღება შეიძლებოდა ამით!

აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ბატონი ტარასი ამტკიცებდა სამყაროს სურათის ნიუტონისეული და ეინშტეინისეული მიდგომის მცდარობას, რათა წარედგენა თავისი მოსაზრებები, რომლებიც ეფუძნებოდა ძველი ფილოსოფოსების შეხედულებებსა და მოსაზრებებს. ყოველივე ეს მან აღწერა თავის პირველ წიგნში ნიუტონის კრიტიკის შემდეგ. ეს კრიტიკა დაიყვანება იმაზე, რომ „ჩვენ გარკვევით შეიძლება ვთქვათ, ყოველივე ბუნებრივი – პლანეტების, სხეულების, მოლეკულების, ატომების, ელექტრონებისა და თანამედროვე ფიზიკის სხვა ელემენტარული ნაწილების თავისუფალი მოძრაობა წარმოადგენს თავისუფალ რხევით მოძრაობას მთელი თავისი კანონზომიერებით. ამასთან აღნიშნული რხევითი მოძრაობები განიხილება არა როგორც ეგრეთ წოდებული „ძალა“, არამედ როგორც მატერიის მოძრაობის უმარტივესი ძირითადი ფორმა“.

გამომდინარე ამ წარმოდგენებიდან, დინამიკის პირველი კანონი მან ჩამოაყალიბა შემდეგნაირად: „ყოველი თავისუფალი სხეული ინარჩუნებს პერიოდული რხევითი მოძრაობის მდგომარეობას, ვიდრე გარეშე მიზეზი არ გამოიყვანს მას ამ მდგომარეობიდან“. უფრო ლოგიკური იქნებოდა, ბატონ ტარასის თეორია ჩამოყალიბებულიყო უკვე ეინშტეინის კრიტიკის შემდეგ, მეორე ნიგნის ბოლოში, ან ცალკე ნიგნი მიეძღვნა ამ თეორიისათვის. ამის შესაძლებლობა სიცოცხლის განმავლობაში, ვფიქრობ, დიდი არ იყო, მაგრამ საკუთარი თვალთახედვის დაფიქსირება აუცილებელი გახლდათ!

საყურადღებოა, რომ მეორე ნიგნის სათაური უფრო ვრცელია, ვიდრე ეინშტეინის თეორიის კრიტიკა. ეს, ჩვენი აზრით, დაკავშირებულია იმასთან, რომ ეტყობა, ბატონი ტარასი აპირებდა მოაზროვნე საზოგადოების შეცდენას სხვა მაგალითების გარჩევითაც. ჩვენი ვარაუდის სასარგებლოდ მეტყველებს ის ფაქტი, რომ წარმოდგენილი ნიგნის წინასიტყვაობაში სათაურის შემდეგ ფიგურირებს მინანური: „შეკვეცილი 50%-ით“. დასანანია, რომ ხელნაწერის გაგრძელება ჯერ ვერ მოიძებნა. ბატონი ტარასი გამოდიოდა არა მხოლოდ სამყაროს ეინშტეინისეული აბსტრაქტული აღწერის წინააღმდეგ, არამედ ახალი აღმოჩენების „იძულებითი აღიარების“ წინააღმდეგაც, რაც გამომუშავდა მეცნიერებაში ეინშტეინის თეორიის დაუმსახურებლად ფართო აღიარების შემდეგ. იგი გამოდიოდა პოპულარული ავტორიტეტების ურთიერთშეხების წინააღმდეგაც, რაც მისი აზრით, „თავგზას უბნევს ახალგზარდობას, რომელიც აღარც კი ცდილობს იპოვოს რაიმე შემოქმედებითი საქმიანობა, მეცნიერების ასეთი ფიგურანტებისა და წუთიერი რეკლამების გარდა...“

გამომდინარე ყოველივე ზემოთქმულიდან, ტარას აბზიანიძის დაუცხრომელი ბრძოლა მეცნიერულ ჭეშმარიტებისათვის ნამდვილად იქნებოდა არა მხოლოდ მეცნიერული, არამედ მოქალაქეობრივი გმირობაც! თვით იგი წარმოგვიდგება ჩვენ, როგორც დიდი მოაზროვნე, აზროვნების სიღრმით თვით ეინშტეინთან, რომელსაც ის დიდად აფასებდა და ასე მოხდენილად აკრიტიკებდა! ბატონი ტარასი თითქოსდა წინასწარ გრძნობდა თავის მომავალს, სინანულით წერს იმ მეცნიერებზე, რომლებმაც შეიტანეს მეცნიერებაში

საგრძნობი შენაძენი, მაგრამ სხვადასხვა გარემოების გამო ვერ გაიგეს თანამედროვეებმა. ან აღმოჩნდნენ გაქურდულნი (იდეების დონეზე) ან დაუმსახურებლად დავინყებულნი. ეს უკანასკნელი გარემოება კინალამ შეეხო მასაც, მაგრამ მადლობა უფალს, რომ ნახევარსაუკუნოვანი მივინყების შემდეგ, მისი ნათესავების ძალისხმევის შედეგად, ბატონი ტარასის სახელი იბრუნებს კუთვნილ ადგილს. ამ საქმეში განსაკუთრებული მადლიერების ღირსია მისი შვილიშვილი, ცნობილი უროლოგი, პროფესორი გიორგი ჟვანია, რომლის ძალისხმევითაც გამოიცა ტარას აბზიანიძის პირველი და მეორე წიგნი რუსულ და ინგლისურ ენებზე და დაიბეჭდა ერთ წიგნად. ეს არის ძვირფასი ადამიანისადმი გამოვლენილი არა მხოლოდ პატივისცემის, ვალის მოხდისა და სიყვარულის გამოხატვა, არამედ ზოგადსაკაცობრიო ქმედება, რომლის წყალობითაც მან გააცნო მოაზროვნე საზოგადოებას მეოცე საუკუნის ერთ-ერთი დიდი მოაზროვნე – ტარას აბზიანიძე!

1. Абзианидзе Т. С. – «О некоторых методологических проблемах естествознания». – Тбилиси, 2015 г.
2. Салль С. А. – «Соккрытие и фальсификация научной информации как угроза современной цивилизации». – Игма – Апрель 7, 2012. В рубрике Наука.
3. Смирнов А. П., Прохорцев И. В. – «Принцип Порядка». – СПб. 2002 г. (divu, russ.)
4. Ацюковский В. А. – редактор сборника статей «Эфирный ветер». – 1993 г.

ფიზიკას-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი **ა. ბერასიშვილი** (სტუ)

Р. С. წიგნის იმ ნაწილში, რომლის სათაურია, ა. ეინშტეინის ფარდობითობის სპეციალური და ზოგადი თეორიის შესახებ შენარჩუნებულია ციტირების ორიგინალური ხერხი, რომელსაც მიმართავდა ავტორი თავის ხელნაწერში. მაგალითად, [196⁵⁰]. 50 ნიშნავს ციტირებული ლიტერატურის რიგით ნომერს, 196 კი – ამ ტექსტის გვერდს.

**ნიუტონის კანონების კრიტიკა და
კეპლერის ელიფსის აგება**

წინასიტყვაობის ნაცვლად

ნამდვილი შრომის „ნიუტონის კანონების კრიტიკა და კეპლერის ელიფსის აგება“ პირველი გამოცემა დაიბეჭდა 1934 წელს. დაეგზავნა საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკისა და ასტრონომიის ინსტიტუტებსა და ავტორიტეტულ სპეციალისტებს.

1938, 1948 და 1950 წლებში მე ვესაუბრე ჩემი შრომის რეცენზენტებს თბილისსა და მოსკოვში.

1938 წელს საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ქართული ფილიალის სპეციალურ კომისიაზე ხუთი პროფესორის შემადგენლობით და 1949 წელს ლენინგრადში საბჭოთა კავშირის თეორიული ასტრონომიის სამეცნიერო საბჭოს გაფართოებულ სხდომაზე მოსმენილ იქნა ჩემი მოხსენება: „მსოფლიო მიზიდულობის ძალის შესახებ“ ანუ ნაშრომის პირველი ნაწილი.

ორივე სხდომაზე მოხსენებამ აზრთა ცხოველი გაცვლა-გამოცვლა გამოიწვია. ყველა არსებულმა რეცენზიამ საბჭოთა კავშირისა და საქართველოს ფიზიკის, მათემატიკისა და ასტრონომიის ინსტიტუტებიდან, პირადად საუბრებმა რეცენზენტებთან, თბილისსა და ლენინგრადში ჩატარებულმა დისკუსიებმა დაგვარწმუნა მეც და ჩემი რეცენზენტები იმაში, რომ აუცილებელია ჩემი ნაშრომის პუბლიკაცია, რათა იგი იქცეს ფართო დისკუსიის საგნად (იხ. სხდომათა სტენოგრამები, ამონაწერები ოქმებიდან და რეცენზიები).

ამასთან დაკავშირებით 1961 წლის ახალ რედაქციაში, სპეციალისტთა თხოვნით, ნაშრომი დაიყო ორ ნაწილად.

პირველ ნაწილში დატოვებულ იქნა ისეთი მათემატიკური გამოყვანები, რომლებიც არ შეიცავენ რაიმე გაუგებრობის შემცველ, მათი არასწორი გაგების მიზეზებსა და განსხვავებულ მიდგომას მათი გააზრებისას. ამ ნაწილის მოცულობის შესამცირებლად ზოგიერთი პარაგრაფი გადატანილია მეორე ნაწილში.

ამ ცვლილების შედეგად ნაშრომის მეორე ნაწილი „მსოფლიო მიზიდულობის ძალის შესახებ“ დაყვანილია სამ თავამდე.

პირველ თავში განხილულია ნიუტონის მსოფლიო მიზიდულობის კანონი პლანეტების მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებებთან ერთად; აქვეა განხილული კეპლერის სამი კანონი.

მათემატიკური ანალიზის საშუალებით ნაჩვენებია, რომ პლანეტების ორბიტების ელიპტიკური ფიგურების ფიზიკური ინტერპრეტაცია ნიუტონის მექანიკის მიხედვით, ისე როგორც ცენტრისკენ მიმართული ძალისა და ინერციით მოძრაობის ერთობლივი შედეგი, სრულიად მიუღებელია, ეწინააღმდეგება პლანეტების ორბიტების ელიპტიკური ფიგურის გამოყვანის მათემატიკურ დასკვნებს, რომლებიც თვით ნიუტონის მიერაა შემუშავებული.

მკაცრი მათემატიკური ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობის პრაქტიკულად სამართლიანი დიფერენციალური განტოლებები წარმოადგენენ რხევითი მოძრაობების განტოლებებს და არაფერი აქვთ საერთო ნიუტონის მსოფლიო მიზიდულობის კანონთან.

ნაჩვენებია, რომ კეპლერის სამივე კანონი წარმოადგენს აუცილებელ შედეგებს, რომლებსაც ვღებულობთ რხევითი მოძრაობის განხილვისას და ამ მოძრაობების შეკრების შედეგადაა მიღებული.

ამასთან ერთად მტკიცდება, რომ მზეს არ შეიძლება გააჩნდეს რაღაც განსაკუთრებული მიმზიდველი ძალა და ნაცვლად ჯადოსნური ტანგენციალური ძალისა, რომელიც გადაადგილებს პლანეტას მიზიდვის პერპენდიკულარული მიმართულებით, ვღებულობთ ცენტრალური თვისების მოძრაობას – განზიდვას.

საკითხის მთელი ეს მათემატიკური მხარე ნათელ და გარკვეულ დადასტურებას პოულობს ფილოსოფიაში, კერძოდ

დიალექტიკურ მატერიალიზმში, რომლის მიხედვითაც მატერიის მოძრაობის ძირითად ფორმას წარმოადგენს მიზიდვა-განზიდვა, მიახლოება-დაცილება; მიზიდვის ძალების პრინციპზე დაფუძნებული თეორია მატერიის შესახებ კი არის მცდარი; ნიუტონის მსოფლიო მიზიდულობის კანონი კი წარმოადგენს მეტაფიზიკური აზროვნების მაგალითს (იხ. კანტი, ჰეგელი, ენგელსი).

მეორე თავში განხილულია ციური მექანიკის ზოგირთი ძირითადი საკითხი: ორბიტის ფორმა, მისი დახრილობა, აფსიდთა წრფეების ბრუნვა რხევითი მოძრაობების თვალსაზრისით და მოყვანილია ზოგირთი ფაქტი მიზიდულობის თეორიასა და რეალურ სინამდვილეს შორის არსებული უთანხმოებისა.

ციური მექანიკის დანარჩენი საკითხები და ჩვენი პლანეტის მექანიკის საკითხები დაწვრილებით განხილულია მეორე ნაწილში. ესენია: ეინშტეინის მიზიდულობის თეორიის, თანაბარი მოძრაობის, გრავიტაციული ველის, თავისუფლად ვარდნილი სხეულის აჩქარების, ენტროპიის, „სამყაროს ერთიანობის“, „მასისა და ენერჯიის“ დამოკიდებულების, ბერტრანის ამოცანის, მიქცევისა და მოქცევის და ბოდე-ტიციუსის პრობლემები.

განხილულია, აგრეთვე, კეპლერის მესამე კანონისა და მერკურის აფსიდთა წრფეების ბრუნვის საკითხები, მოყვანილია სამყაროს სისტემის პტოლომეს, კოპერნიკის, ნიუტონისა და ეინშტეინის სწავლებების ზოგადი მიმოხილვა.

მესამე თავში ნაჩვენებია, რომ მეცნიერებაში დამკვიდრებული მოსაზრება, რომ რხევათა მოძრაობებისაგან ვერ აიგება კეპლერის ელიფსი, სრულიად უსაფუძლოა, მოყვანილია ამის შესაძლებლობის მათემატიკური დამტკიცება. მართლაცდა, ნაჩვენებია, რომ რხევათა მოძრაობების შეკრების საფუძველზე ვღებულობთ კეპლერის ელიფსს ყველა თავისი მახასიათებელი თვისებებით.

ამ საკითხის გადაჭრა – მთელი საპლანეტო მექანიკის გამოსახვა რხევითი მოძრაობების მათემატიკური განტოლებებით – იძლევა ყველა ფიზიკური მოვლენების აღქმის და გაგების ერთიანობას მეცნიერებაში ანუ „სამყაროს ერთიანობის“, „სამყაროს ჰარმონიის“ (კეპლერის მიხედვით), ეინშტეინის გამოთქმით

კი – „ერთიანი ველის თეორიის“ იდეას. ეს იდეა გამოთქმული იყო ძველი სამყაროს მეცნიერების მიერ და მას მხარს უჭერს თანამედროვეობის მეცნიერებიც.

„მსოფლიო მიზიდულობა“ არაერთხელ უცდიათ განეხილათ, როგორც ელექტრომაგნიტური მოვლენა, მაგრამ ყოველგვარი ასეთი მცდელობა წარუმატებელი იყო.. თუ არ ჩავთვლით მიზიდულობას, მატერიალური სამყაროს ყველა დანარჩენი ძალები – ელექტრომაგნიტური ბუნებისაა“ (იხ. ლინკოლნი, ბარნეტი „სამყარო და დოქტორ ეინშტეინის შრომები“) ანუ ბერნულის გამოთქმით „წარმოადგენენ სხვადასხვა გვარის მარტივ, წესიერ და მდგრად რხევებს“ (იხ. ბერნული „ბერლინის აკადემიის ისტორია“).

მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობის ყველა განხილულ შემთხვევაში, როდესაც მათ ვიხილავდით, როგორც რხევით მოძრაობებს, ჩვენ დავრწმუნდით, რომ არავითარ წინააღმდეგობას ადგილი არ ჰქონია (განსახილავ მოცულობაში), მაგრამ შემდგომ ეტაპზე, მაგალითად, „ჭეშმარიტი ორბიტების“ განსაზღვრისას ციურ მექანიკაში ან კი მთლიანად ფიზიკაში, დარწმუნებულნი ვერ ვიქნებით, რომ რაიმე სახის შეუთანხმებლობას არ ექნება ადგილი. არის კი უპირობო გარანტია სამყაროს გაგების კონცეფციის წუნდადებულ მათემატიკურ სისწორეში?

დიდმა მეცნიერებმა – დეკარტემ, ნიუტონმა, ჰელმჰოლცმა, ლაიბნიცმა, ფურიემ, ეილერმა, ჰაუსმა და სხვებმა მოგვცეს მოძრავი სხეულის კინემატიკური თვისებების კვლევის ანალიტიკური მეთოდები. ამ მეთოდების არსი ისაა, რომ მოძრავი სხეულის კინემატიკურ ელემენტებს შორის ყველა თანაფარდობას ვლებულობთ მათი დამაკავშირებელი განტოლებებიდან; კინემატიკური ელემენტების შემდგომი გამოკვლევა – მოძრავი სხეულის გზის, სიჩქარისა და აჩქარების ცვლილების დადგენა – ეს ალგებრისა და ანალიზის პრეროგატივაა ანუ ამ განტოლებებიდან გამომდინარე შედეგების მიღება.

მეორე მხრივ, მოძრავი სხეულის კინემატიკური და გეომეტრიული ელემენტების უფრო სიღრმისეული შესწავლა წარმოებს

უსასრულოდ მცირე სიდიდეთა აღრიცხვის საშუალებებით ანუ ინტეგრალური მრუდების განსაზღვრით რხევითი სისტემების თვისებების საფუძველზე; სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ენერჯის მარაგის იმ ფარგლებში, რასაც იძლევა ან ლეზულობს ეს სისტემა, ვახდენთ სისტემის ქცევის დიფერენციალური განტოლების ინტეგრირებას.

სამყაროს არსის გაგების მითითებული კონცეფციის შემდგომი განვითარება „შეშფოთებული მოძრაობების“ ანუ ქეშმარიტი ორბიტებისა და დედამიწის ზედაპირზე სხეულთა მოძრაობის შესწავლის ასეთი მიდგომა ვერ გამოიწვევს რაიმე წინააღმდეგობას, რადგან ასეთი წინააღმდეგობა არ არსებობს იმ განტოლებებში, რომლებიც განსაზღვრავენ მოძრავი სხეულის კინემატიკური და გეომეტრიული ელემენტების ძირითად თანაფარდობას. ამ თანაფარდობიდან, როგორც ცნობილია, გამომდინარეობს მოძრაობის ყველა დანარჩენი სახეები როგორც დედამიწის ზედაპირზე, ასევე ციურ მექანიკაშიც.

ამავე დროს ურიგო არ იქნება გვახსოვდეს, რომ პლანეტების „შეშფოთებული მოძრაობა“ შესაძლოა განვიხილოთ როგორც ისეთი უშფოთველი მოძრაობა, რომლის ყველა ელემენტი დროის უწყვეტ ფუნქციებს წარმოადგენენ (იხ. დუბოშინი, „ციური მექანიკის შესავალი“); „შეშფოთებული მოძრაობების“ ასტრონომიულ თეორიაში კი დიფერენციალური განტოლებები, რომლებიც ლინშტედტის, ჰილდენის, ბოლენისა და სხვა მეთოდებით ამოიხსნება, წარმოადგენენ არანრფივი რხევითი სისტემების განტოლებებს (იხ. კრილოვი, ბოგოლიუბოვი, „არანრფივი მექანიკის შესავალი“). ზუსტად ასევე პლანეტების თანამგზავრების ორბიტების განსაზღვრისას, რომელიც ეილერის, ჰილის და ადამსის მეთოდებით ხდება, საქმე გვაქვს რხევითი მოძრაობის განტოლებებთან (იხ. ეილერი, „მთვარის მოძრაობის ახალი თეორია“).

მამასადაამე, „შეშფოთებული მოძრაობის“ ორბიტის განსაზღვრა, როდესაც ყველა კინემატიკური და გეომეტრიული ელემენტები უნდა უკავშირდებოდეს უშფოთველი მოძრაობის ელემენტებს, მხოლოდ ანალიზის საქმეა, სადაც ყველა გამოთვლა

სრულ თანხმობაშია და ისეთი სიახლის აღმოჩენა, რომელსაც არ შეიცავს განხილული განტოლებები, შეუძლებელია.

თუ შემდგომში სამყაროს განხილულ კონცეფციაში აღმოჩნდება რაიმე შეუთანხმებლობა, ისინი თვით განტოლებებშია საძიებელი და არა მიღებულ კონცეფციაში, რომელიც ეფუძნება ბუნების დიალექტიკურ კანონებსა და „სამყაროს ერთიანობას“.

ზემოთქმული უტყუარად დასტურდება იმით, რომ ძველი და ახალი სამყაროს უდიდესი მოაზროვნეები – პითაგორა, ემპედოკლე, დემოკრიტე, არისტოტელე, დეკარტი, კანტი, ჰეგელი და სხვები იხილავენ მატერიას, როგორც მიზიდვისა და განზიდვის ერთიანობას.

თუკი სამყაროს პტოლომეს კონცეფციამ, დაფუძნებულმა არისტოტელეს ფილოსოფიაზე, გაძლო 1600 წელი, ნიუტონის სამყაროს კონცეფციამ, რომელიც მეტაფიზიკურ მატერიალიზმს ეფუძნებოდა – 300 წელი, შეიძლება დარწმუნებით ვთქვათ, რომ სამყაროს შემოთავაზებული კონცეფცია მუდმივად იქნება განვითარების პროცესში, რადგან იგი ეფუძნება აზროვნების მეცნიერულ მეთოდს – დიალექტიკურ მატერიალიზმს, რომლის თანახმად სამყაროს წარმოდგენილ კონცეფციაში აისახება თვით ბუნების ობიექტური კანონზომიერება და არა რაიმე სუბიექტური (პტოლომე), განყენებული (ნიუტონი), ნებისმიერი (ეინშტეინი), რაც დროებითია და გარდამავალია, რის გამოც ირღვეოდა ძველი თეორიები.

ამიტომაც დარწმუნებული ვართ, რომ სამყაროს შემოთავაზებულ კონცეფციას არ ემუქრება არც პტოლომეს, არც ნიუტონის და არც ეინშტეინის კონცეფციების ბედი, მაგრამ მას ელოდება ზედნაშენი და განვითარება.

ტარას აზზინიძე

თბილისი, 1961 წელი.

ANNOTATION

1. Physical interpretation of the elliptical figure of the orbit of planets according to Newton mechanics, as attraction to the fixed (immovable) centre and movement under its own momentum, does not coincide with mathematical conclusions of the elliptical figure of the orbit of planets drawn by Newton himself, and even contradicts them.

2. Exact mathematical analysis shows that practically correct differential equations of the movement of the planets of the solar system express not the law of attraction (gravity) and inertia but real dialectical laws of nature – attraction – repulsion, viz they represent equations of oscillatory movements.

3. According to mathematical analysis Kepler's three laws and all the laws of planetary mechanics are the necessary consequence of oscillatory movements, and they are received by the composition of oscillatory movements.

4. The opinion established in science that it is impossible to receive Kepler's ellipsis from oscillatory movements, is wrong. This paper shows that Kepler's ellipsis is possible to receive only from oscillatory movements.

Moreover the given paper shows that the sun cannot exert any gravity, and instead of some mysterious tangential force, that drives the planet in the direction perpendicular to gravity (attraction), movement of central character is received it is repulsion.

5. This mathematical side of the questions find its clear and definite justification in philosophy, viz. in dialectical materialism, according to which, the principal form of movement of matter is – attraction – repulsion.

The theory of matter based on the gravity principle is wrong, and Newton's law of universal attraction is an example of metaphysical thinking (see Kant, Hegel, F. Engels).

6. Several attempts were to connect the universal attraction with electromagnetic phenomena, viz. with oscillatory movements, but up to this time they were all failures (see Lincoln Barnett „The Universe and the works of Dr. Einstein”, 1948).

7. Now, when it is proved in the paper, that not only the interaction of bodies on the surface of the earth (see D. Bernulli „Histoire de l’academie de Berlin”, 1753) but the whole planetary mechanics is subjected to the laws of oscillatory movements, we can unite classical physics with quantum physics, and thus penetrate into the structure of the elementary particles of the atom more deeply.

8. The following facts speak in favour of this statement: having expressed attraction and repulsion the bases of the universe – by the same mathematical equations of oscillatory movements, we introduce united understanding of all physical phenomena in the science, viz. „the United of the Universe” or as Kepler calls it „the Harmony of the World”, and according to Einstein „the Theory of f United Field”, where separate forms of the movement of matter, which are different in quality, are always subjected to the regularity of oscillatory movements and at definite correlation pass into each other.

17. Perovskaia Street
Tbilisi
1961

T. Abzianidze

ANNOTATION

1. L'interprétation physique d'une figure elliptique de l'orbite des planètes d'après la mécanique de Newton comme force d'attraction vers le centre immobile et le mouvement d'inertie ne correspond nullement et se trouve en contradiction avec les deductions mathématiques de la figure elliptique de l'orbite des planètes, données par Newton lui-même.

2. La stricte analyse mathématique montre que les équations différentielles du mouvement planétaire du système solaire, qui en pratique sont justes, expriment non la loi de l'attraction et de l'inertie mais de véritables lois dialectiques, des lois de la nature – d'attraction – repoussement, c'est à dire présentent des équations des mouvements oscillatoires.

3. On en déduit d'une façon mathématique que les trois lois de Kepler et toutes les lois de la mécanique planétaire présentent les conséquences indispensables des mouvements oscillatoires, se formant de l'addition des mouvements oscillatoires.

4. L'opinion établie dans la science que l'ellipse de Kepler ne peut être des mouvements oscillatoires n'est point conforme à la vérité. Dans l'ouvrage on prouve que ce n'est que des mouvements oscillatoires qu'on puisse obtenir l'ellipse de Kepler.

En même temps on prouve que le soleil ne peut avoir aucune force d'attraction, et, qu'au lieu d'une mystérieuse force tangente qui entraîne la planète dans la direction perpendiculaire à l'attraction, il se fait un mouvement d'un caractère central-le repoussement.

5. Tout le côté mathématique de la question est confirmé d'une façon nette et définie par la philosophie, notamment par le matérialisme dialectique, selon lequel attraction-repoussement doit être reconnu comme forme fondamentale du mouvement de la matière, et celle qui est fondée sur

le principe de l'attraction de la matière, et la loi de Newton sur l'attraction universelle est un exemple de mentalité métaphysique (voir Kant, Hegel, Engels).

6. On a tâché à maintes reprises de lier l'attraction universelle avec les phénomènes électromagnétiques, c'est à dire avec les mouvements oscillatoires, mais jusqu'à présent toutes ces tentatives ont échouées (voir Lincoln Barnett „The Universe, and the works of dr. Einstein”, 1948).

7. Mais aujourd'hui, quand dans l'ouvrage est prouvé que non seulement l'interaction des corps à la surface de la terre (voir D. Bernulli „Histoire de l'académie de Berlin”, 1753), mais aussi toute la mécanique planétaire est soumise aux lois du mouvement oscillatoire, nous pouvons unir la physique classique à la physique de quantum et pénétrer plus profondément dans la structure des particules élémentaires des atomes.

8. Cette thèse présente encore l'avantage suivant: en exprimant par les mêmes équations mathématiques des mouvements oscillatoires les principes de l'univers, attraction et électromagnétisme nous apportons dans la science une compréhension unique de tous les phénomènes physiques, c'est à dire l'uniformité de l'Univers”, ou bien d'après l'expression de Kepler „l'Harmoine du monde”, et d'après Einstein „la Théorie du champ unique”, où des formes isolées qualitative mouvements différentes son toujours soumises à la régularité des mouvements oscillatoires et sous des rapports définis elles se transforment mutuellement.

Tbilisi
Rue Perovskaia, 17
1961

T. Abzianidze

ANNOTATION

1. Die physikalische Interpretation der elliptischen Figur der Orbits einer der Planeten, der newtonischen Mechanik nach, als eine Anziehungskraft zum unbeweglichen Zentrum und der trägen Bewegung, stimmt nicht überein und widerspricht den mathematischen Schlussfolgerungen der elliptischen Figur der Orbits der Planeten, die von Newton gegeben sind.

2. Eine eingehende mathematische Analyse zeigt, dass die durch die praktischen Beobachtungen der himmlischen Mechanik bewährte differenziale Gleichungen der Bewegung der Planeten des Sonnensystems keine Anziehung und Trägheit sind, sondern stellen das dialektische Gesetz der Natur – das Gesetz der Anziehung und Abstoßungskraft dar, d. h. sie stellen eine Gleichung der Schwingungsbewegung dar.

3. Es wird mathematisch ein Schluss gezogen, dass drei Keplersche Gesetze und alle Gesetze der Planeten-Mechanik nur aus den Eigenschaften der Schwingungsbewegungen folgen und man erhält sie aus dem Zusammenlegen der Schwingungsbewegungen.

4. Die in der Wissenschaft existierende Meinung, dass es unmöglich sei aus den Schwingungsbewegungen die Keplersche Ellipse zu bekommen, ist falsch, In dem Werk wird es bewiesen, dass die Keplersche Ellipse nur aus den Schwingungsbewegungen zu bekommen ist.

Es wird ebenfalls bewiesen, dass die Sonne gar keine Anziehungskraft besitzen kann und statt der geheimnisvollen Tangenzkraft, welche die Planete in einer zu der Anziehung senkrechten Richtung fortzieht, bekommen wir eine Bewegung zentralen Charakters – eine Abstoßung.

5. Die mathematische Seite der Frage findet klare und bestimmte Bestätigungen in der Philosophie der dialektisch – materialistischen

Weltanschauung, laut der die Grundformen der Bewegung einer Materie die Anziehung und Abstossung sind.

Die sich auf die Anziehung der Materie stützende Theorie ist falsch, ungenügend ist ebenfalls die Theorie der newtonschen Anziehung, ein Beispiel eines metaphysischen Denkens (Siehe: Kant, Hegel, Engels).

6. Man versuchte mehrmals die Gravitationsgesetze mit elektromagnetischen Erscheinungen, d. h. mit den Schwingungsbewegungen zu verbinden, aber diese Versuche blieben bisjetzt erfolglos. (Siehe Lincoln Barnett – „Das Weltall und die Werke Dr. Einsteins“, 1948).

7. Da es aber in der vorliegenden Arbeit bewiesen wurde, dass nicht nur die Zusammenwirkung der Körper (Siehe: D. Bernulli – „Histoire de l'Academie de Berlin“ im Jahre 1753) auf der Erdoberfläche, sondern auch die ganze Planetenmechanik untersteht den Gesetzen der Schwingungsbewegungen, können wir die klassische Physik mit der Quantenphysik vereinigen und noch tiefer in die Struktur der elementaren Teilchen des Atoms eindringen.

Zu gunsten dieser Behauptung spricht auch der Umstand aus, dass wenn ein und dieselben mathematischen Gleichungen der Schwingungsbewegungen die Grundlagen des Weltalls-Gravitationsgesetz und Electromagnetismus bezeichnen, so wird in die Wissenschaft die einheitliche Auffassung aller physikalischen Erscheinungen eingebracht, d. h. „Die Einheit des Weltalls“ oder nach Kepler „Harmonie des Weltalls“ oder auch nach Einstein „Die Theorie des Einheitsfeldes“, wobei die einzelnen qualitativ verschiedenen Formen der Bewegungen der Materie stets der Gesetzmässigkeit der Schwingungsbewegungen unterworfen und bei bestimmten Verhältnissen gehen sie ineinander über.

Tbilisi,
Perowskaya 17
1961

T. Abzianidze

ნაწილი I

**მსოფლიო მიზიდულობის
ქალის შესახებ**

თავი I

პლანეტების მოძრაობისა და მზის მიზიდულობის კალის შესახებ

§1. ნიუტონის მექანიკის პირობითობა

სხეულთა მოძრაობის კანონებს შეისწავლის მათემატიკური ფიზიკის დარგი – თეორიული მექანიკა, მექანიკის ძირითად ცნებებს შორის არსებულ ყველა თანაფარდობას კი განსაზღვრავს ის პრინციპები, რომლებიც ჯერ კიდევ 1686 წელს მოგვცა ნიუტონმა თავის სახელოვან ნაწარმოებში „ნატურალური ფილოსოფიის მათემატიკური საწყისები“.

ეს პრინციპები ანუ აქსიომები წარმოადგენენ მოძრაობის ძირითად კანონებს.

პირველი კანონი – **ინერციის კანონია** და იგი ასე გამოითქმის: „თუ სხეულზე მოდებული ძალები არ აიძულებენ მას შეიცვალოს თავისი მდგომარეობა, იგი ინარჩუნებს უძრაობის ან თანაბარი წრფივი მოძრაობის მდგომარეობას“.

მეორე კანონი – **დინამიკის ძირითადი კანონია**: ძალა მასისა და აჩქარების ნამრავლის ტოლია.

მესამე კანონი: ქმედება ყოველთვის ტოლ და სანინაალმდეგო უკუქმედებას იწვევს.

ამ კანონების საფუძველზე და კეპლერის კანონების გათვალისწინებით ნიუტონმა მეოთხე კანონიც მოგვცა – **მსოფლიო მიზიდულობის კანონი**:

$$F = -\gamma \frac{Mm}{r^2}. \quad (1)$$

ორი სხეულის ერთმანეთისადმი მიზიდულობის ძალა პირდაპირპროპორციულია მათი მასების ნამრავლისა და უკუპროპორციულია მათ შორის მანძილის კვადრატისა. დინამიკაში მოძრაობის ეს პრინციპები ისეთივე როლს თამაშობენ, როგორც აქსიომები გეომეტრიაში; ამ კანონებში მთელი სწავლება მოძრაობის შესახებ ვითარდება დედუქციურად, ფორმალური ლოგიკის საშუალებით, როგორც მათემატიკური დასკვნებისა და შედეგების რიგი.

ყველა ეს დასკვნა გონებაჭვრეტითი ხასიათისაა; ისინი ისე ადგენენ მოძრაობის კანონებს, რომ არ მიმართავენ ბუნებას და ყველა დასკვნაც, რომლებიც ამ პრინციპზეა დაფუძნებული, გონებაჭვრეტითი უნდა იყოს.

„არ შეიძლება ბუნებაში გარედან შემოიტანო და თავს მოახვიო მას საკუთარი კანონები; დიალექტიკური კანონები თვით ბუნებაში უნდა მოიძებნოს და ისინი ბუნებიდან უნდა გამომდინარეობდნენ“ (იხ. ენგელსი, „ანტი-დიურინგი“).

როდესაც პლანეტა მოძრაობს არათანაბრად ან მრუდწირულად, ჩვენ ვამბობთ, რომ მასზე მზის მიზიდულობის ძალა მოქმედებს და ეს ძალა პირდაპირპროპორციულია მათი მასების ნამრავლისა და უკუპროპორციულია მათ შორის მანძილის კვადრატისა.

მაგრამ რეალურია თუ არა ეს ძალა? როდესაც ნიუტონს ამ კითხვას დაუსვამდნენ ხოლმე, იგი არ პასუხობდა. ჩვენც ასევე ვერაფერს ვიტყვით ამ ძალის შესახებ.

საჭიროა აღინიშნოს და ხაზგასმითაც კი, რომ თანამედროვე სწავლება მიზიდულობის შესახებ არც თუ მთლად ნიუტონისეულია; ეს სწავლება მნიშვნელოვნად გაზვიადებულია და დამახინჯებულია ამ დიდი ადამიანის მგზნებარე მიმდევრების მიერ. თავის გამონათქვამებში ეს მიმდევრები არც კი ცდილობენ ნიუტონის გენიალური სიფრთხილის ფარგლებში დარჩენას.

„იმის დაშვება, რომ მიზიდულობა მატერიის თანდაყოლილი თვისებაა, ჩვეულია მისთვის ისე, რომ ერთი სხეული უნდა მოქმედებდეს მეორეზე რაღაც მანძილზე, სიცარიელის გავლით, რის

შედეგადაც ეს ქმედება და ძალაც გადაეცემოდა ერთი სხეულიდან მეორეს – **ეს ჩემთვის ისეთი უაზრობაა**, რომ ვფიქრობ, ასეთი უაზრობის მსხვერპლი ფილოსოფიურ კატეგორიებში გარკვეული ვერც ერთი მოაზროვნე ვერ აღმოჩნდება“ (ნიუტონის თხზულებებიდან და წერილებიდან).

როგორც ვხედავთ, სიმძიმის კანონები ნიუტონს მიაჩნდა მხოლოდ შედარების წერტილად. მაშინ იგი ციური სხეულების აჩქარების ფორმულიდან ხელმძღვანელობდა, სადაც ეს აჩქარება მანძილის კვადრატის უკუპროპორციულია.

დიდი გენიოსი ყველას აფრთხილებდა, არ გაეგოთ მიზიდულობა ამ სიტყვის პირდაპირი გაგებით, რადგან მე-17 საუკუნის მეცნიერთა ტვინში ღრმად იყო გამჯდარი აზრი იმის შესახებ, რომ ციური სხეულები ბუნებრივად თავისი ცენტრისკენ ისწრაფვიან.

მიხეილ ლომონოსოვს სამართლიანად მიაჩნდა, რომ „ნიუტონს სიცოცხლის განმავლობაში არ უღიარებია მიზიდულობის ძალები, სიკვდილის შემდეგ კი თავისი მონაფეების ძალისხმევით ამ ძალების გულმოდგინე მომხრე გახდა“.

და მართლაც, მისი სწავლების მიმდევრები ციური მექანიკის მეცნიერების განვითარებასთან ერთად, მეცნიერების, რომელიც მსოფლიო მიზიდულობის კანონზეა დაფუძნებული და ეს ფაქტი განმარტებასაც კი არ თხოულობს, რატომღაც ივინყებენ, რომ ნიუტონის კანონი სუფთა აღწერილობითი კანონია. მათ ამ კანონში დაინახეს გარკვეული და დამთავრებული მოვლენა, რომელიც რაღაც ძალის ნამდვილად ფიზიკური გამოვლინებაა. ეს ძალა კი, რომელიც ვითომდა ნიუტონმა დაამტკიცა, ხან მიზიდვის ძალაა, ხან კი გაჭიმვის (იხ. ხოლსონის „ფიზიკის კურსი“ I ტომი) და ეს სასწაულებრივი ძალა წარმატებით გამოიყენა ლაგრანჟმა და მთვარის სფერო გაჭიმა ისე, რომ მისცა მას მსხლის ფორმა, რომლის ვიწრო ბოლო ჩვენთვის შეუმჩნეველია, რადგან ყოველთვის მზისკენაა მიმართული; ლაპლასმა კი, ბატის ბუმბულზე უფრო მსუბუქი მოსაზრებების საფუძველზე ასწია ოკეანის წყლები დედამიწის ორივე მხარეს. სხვა მეცნიერები

ამ ძალების გავლენით აიძულებენ აფსიდთა წრფეებს იბრუნონ სექტორული სიჩქარის მატების მხარისკენ, სამყაროში გაბნეული პლანეტებისგან დამოუკიდებლად.

„თუ კი რამ ამ სამყაროში ნამდვილად უტყუარია, ეს, ეჭვის გარეშე, ისაა, რომ სხეულთა ნაწილაკები და თვით სხეულები არ მიიზიდებიან ერთმანეთისადმი და რომ სინამდვილეში მიზიდულობა არ წარმოადგენს ძალას; მაგრამ იგი მისაღებია, როგორც განმარტებითი ძალა, რომელიც გვიადვილებს ფიზიკური მოვლენების შესწავლას. ეს მოვლენები კი ბუნებაში ხდება ისეთნაირად, რომ თითქოსდა მიზიდვა მართლაცდა არსებობდეს, თუმცა საწინააღმდეგო ჭეშმარიტება უდავოა (იხ. განო, „ფიზიკის კურსი“).

აქ უნდა აღინიშნოს, რომ როგორც მსოფლიო მიზიდულობის კანონი, ასევე ნიუტონის სხვა კანონებიც არამც თუ ამოწურავენ ფიზიკისა და ტექნიკის, როგორც მეცნიერების განვითარებას, არამედ წარმოადგენენ მე-17 საუკუნის მსოფლმხედველობის გარკვეულ სისტემას. ამდენად ნიუტონის შრომების განხილვა მხოლოდ ეპოქის ეკონომიკასთან და ტექნიკასთან მიმართებით სწორი არ იქნებოდა.

მოძრაობის მოდალურობის აღიარება, მოძრავი მატერიის უარყოფა, სწავლება აბსოლუტური სივრცისა და დროის შესახებ – აი ნიუტონის მიერ მოცემული ის ფილოსოფიური საფუძვლები, რომლებზედაც 300 წლის განმავლობაში ვითარდებოდა მთელი კლასიკური ფიზიკა.

სწავლება ფიზიკური თვისებების არმქონე აბსოლუტური სივრცის შესახებ სივრცისა და დროის, როგორც აზროვნების კატეგორიების შესახებ, ისე განმტკიცდა შემდგომი თაობების შეხედულებებში, რომ მეოცე საუკუნის ფიზიკოსთა შრომების შემდეგ, რომლებშიც უკუგდებულა ეს აბსტრაქტული კონცეფცია, კეთდებოდა მეტაფიზიკური მატერიალიზმის ნიუტონისეული სქემის გადარჩენის არაერთი ცდა.

სწავლება ნივთიერების აგებულების შესახებ; სინათლის ელექტრომაგნიტური თეორია; ფარდობითობის თეორია; ტალღური მექანიკა; ახალი კვანტური მექანიკა – აი ის გზები, რომელთა

მეშვეობითაც ნიუტონის მექანიკამ, როგორც მეცნიერებამ, თავისი შინაარსით პრინციპული ცვლილებები განიცადა.

გაჩნდა ახალი წარმოდგენები, ახალი კანონები, ახალი პრინციპები, რომლებმაც სახე უცვალეს ძველ კანონებს, თუმცა უნდა ითქვას, რომ ისინი მისაღები იყვნენ პრაქტიკული მიზნებისთვის.

ამდენად გაჩნდა იმის აუცილებლობა, რომ მომხდარიყო მეცნიერების ახალი მიღწევების სინთეზირება ძველ ცნებებთან, საჭირო გახდა მათი ლოგიკური, სახელდობრ დიალექტიკურ-მატერიალისტური საფუძვლების გააზრება იმდაგვარად, რომ ისინი „სამყაროს ერთიანობიდან“ გამომდინარეონდნენ.

აქედან გამომდინარე, საჭირო გახდა ამ ფორმულებს მისცემოდა ფიზიკური აზრი, მოგვეხდინა ამ ფორმულების სწორი ინტერპრეტაცია. პლანეტთა მოძრაობის ეს ფორმულები მოცემულია ნიუტონის უკვდავ ნაწარმოებში „ნატურალური ფილოსოფიის მათემატიკური საწყისები“ და ისინი სწორი მათემატიკური ფორმით არიან წარმოდგენილნი.

რადგან პრაქტიკის კრიტერიუმს მთელი ჭეშმარიტი ფილოსოფიისა და მეცნიერების საფუძვლები და აზრი წარმოადგენს, საჭირო გახდა ციური სხეულების მოძრაობის პრაქტიკულად სწორი მათემატიკური განტოლებების საშუალებით მათი ფიზიკური არსის ისე გააზრება, რომ ამ განტოლებების დახმარებით აგვესახა ძირითადი ერთიანი კანონზომიერებანი როგორც საპლანეტო და დედამიწის მექანიკისათვის, ასევე ატომთა წიაღისათვის და საერთოდ მთლიანად მთელი ბუნებისთვის, მაშინ, როდესაც კლასიკურ ფიზიკაში დინამიკის კანონები არანაირად არ უკავშირდება მსოფლიო მიზიდულობის ძალას (იხ. ს. ხაიკინი; „მექანიკა“).

უნდა აღინიშნოს, რომ ნიუტონის მექანიკა და მისი ფილოსოფიური სისტემა არ წარმოადგენს რაიმე ურღვევს, პირიქით ყოველივე ეს პირობითია. შესაძლებელია და აუცილებელიც სხვა მექანიკის აგება და იგი სრულიად განსხვავებულ ფილოსოფიურ სისტემას – დიალექტიკურ-მატერიალისტურ სისტემას დაეყრდნობოდა.

„ის ფაქტი, რომ მექანიკის სისტემის საფუძვლად აღებულია რამდენიმე ძირითადი პრინციპი, იმაზე მიგვითითებს, რომ შესაძლებელია თვით ნიუტონისეული სისტემა ან იგივე სისტემა, სახე-შეცვლილი ფარდობითობის პრინციპით (თუნდაც, რომ მცდარი აღმოჩნდეს) შეიცვალოს უფრო მარტივით“ (ფ. მულტონი, „ციური მექანიკის შესავალი“).

შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნიუტონის მექანიკის გონებაჭვრეტითი კანონები არ წარმოადგენდნენ აუცილებელ ჭეშმარიტებას, მათში არაა ლოგიკური წინააღმდეგობანი დედამიწის პირობებში. ჩვენი დაკვირვებები და ხელსაწყოები არასრულყოფილია, ამ პრინციპების დადასტურება უშუალო ცდებით შეუძლებელია, რადგან დედამიწის მოძრაობის ძირითადი კანონების შემოწმებას გარკვეული პირობები ესაჭიროება, რისი უზრუნველყოფაც არ ხერხდება.

§2. მიზიდულობა ნიუტონის მექანიკაში, როგორც სხეულთა მოძრაობის მიზეზი

ციური სხეულების მოძრაობის კანონების შესწავლისას უნდა გვახსოვდეს, რომ იდეა მზის ირგვლივ მბრუნავი პლანეტების შესახებ და თვით პლანეტების ბრუნვის იდეა თავისივე ღერძის მიმართ, ასევე წარმოდგენა იმის შესახებ, რომ ყოველი ვარსკვლავი – ცალკე აღებული საპლანეტო სამყაროს ცენტრია და ამ სამყაროს მზეა, ცნობილია ძველთაგანვე – იმ დროიდან, როდესაც დაარსდა ასტრონომია.

ზუსტად ასევე, პლანეტთა შორის მიზიდულობის ძალის არსებობაც და სიმძიმის ძალის კვადრატულად შემცირების ფაქტიც, რომელიც განავითარა ნიუტონმა, ცნობილი იყო ძველთაგანვე და ამ სწავლებამ მოაღწია ჩვენამდე პითაგორას სკოლის ბერძენ ფილოსოფოსთა ნამუშევრების სახით. ამ ფილოსოფოსთა ერთადერთ მიზანს სამყაროს სისტემის დადგენა და ციური სხეულე-

ბის მოძრაობის გამოკვლევა წარმოადგენდა. ყოველივე ეს კი ფილოსოფიური გონებაჭვრეტის საფუძველზე ხდებოდა.

ცნობილია, რომ პითაგორამ ძველი ეგვიპტიდან გამოიტანა არა მხოლოდ სწავლება ბგერების შესახებ, დედამიწის მოძრაობის შესახებ, „მზის და აპოლონის“ დგომის შესახებ, რაც ცნობილი მისტერიის „ფივების“ და „მემფისის“ უმნიშვნელოვანეს საიდუმლოს წარმოადგენდა სავარაუდოდ, არამედ ფიცზე დადებული ვალდებულებებით გამოიტანა „მიზიდულობის“ იდეაც. ძალის ქვეშ იგულისხმებოდა არა ისეთი ძალა, რომელიც იზიდავს ან ექაჩება, არამედ სხეულთა დაუბრკოლებელი, ბუნებრივი სწრაფვა თავისივე ცენტრისკენ (impetum).

პითაგორას სკოლის სწავლებამ თავისი ფილოსოფიური გონებაჭვრეტით სამყაროს არსის შესახებ სხვა თხზულებებთან ერთად სამშვიდობო მოლაპარაკების საშუალებით ბერძნებიდან გამარჯვებული არაბებისკენ გადაინაცვლა.

მერვე საუკუნის გამოჩენილი არაბი მათემატიკოსი და ასტრონომი თეაბით-ბენ-კორა ცნობილია თავისი განთქმული თეორიით „უძრავი“ ვარსკვლავების პირდაპირ და უკუსვლითი მოძრაობის შესახებ, ანუ როგორც თვითონ გამოთქვამდა „უძრავი“ ვარსკვლავების თავისივე ცენტრისკენ მიახლოების და დაშორების თეორიით.

ამ სწავლების მიმდევარი გახლდათ არაბი ასტრონომი ალ ბატანი, რომელიც ნამდვილად არაბების პტოლომეა. ორივე ამ არაბ სწავლულს მიანერენ ციური სხეულების მოძრაობის მიზეზების ცოდნას. ამის დასტურია ალ ბატანის მიერ აღმოჩენილი აპოგეას გადაადგილების ფაქტის წინასწარი ვარაუდის სისწორე.

ძველი სამყაროს ეს სწავლულები არ იყვნენ გატაცებული მათემატიკური ფორმულებით, ისინი იფარგლებოდნენ მხოლოდ ფილოსოფიური მსჯელობით, მაგრამ ჩვენზე ღრმად შეაღწიეს ბუნების საიდუმლოში და გამოიცნეს, რომ „სიმძიმე – ეს მოძრაობაა“ და ეს გარკვეული ბუნებრივი ფიზიკური მოვლენის ერთი და იგივე გამომჟღავნებაა.

ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ ახალი მეცნიერების ყველა მიღწევა როდია უეჭველი, როგორც ჩვენ ნარმოგვიდგენია; ამკარაა, რომ ბუნებაში არსებობს სხვა მარტივი საშუალებანი ჭეშმარიტების დასადგენად და ამის პოვნას ჩვენ გვასწავლიდა ნიუტონი თავისი მიზიდულობის ძალით და მასთან დაკავშირებული ზოგჯერ შეუძლებელი გამოთვლებითაც კი.

უახლესი ასტრონომია გვარწმუნებს, რომ სხეული მოძრაობს იმიტომ, რომ იგი მძიმეა, მაგრამ უფრო მეტი ალბათობით შეიძლება ვთქვათ: სხეული იმიტომ არის მძიმე, რომ იგი მოძრაობს.

ციური სხეულების – პლანეტების მოძრაობისათვის გვაქვს კეპლერის სამი კანონი. ვინაიდან ეს კანონები ეფუძნება მრავალწლიან დაკვირვებას რეალურად მიმდინარე ბუნების მოვლენებზე, ამიტომ ისინი, ძირითადად, რეალურნი არიან, და ამდენად არ უნდა ეწინააღმდეგებოდნენ ციური მექანიკის ძირითად კანონებს – მიზიდულობის კანონს. ამ კანონის დამტკიცება ექსპერიმენტალურად ვერ ხერხდება, არც მისი უარყოფაა შესაძლებელი (ჩვენი პლანეტის პირობებში). რჩება მხოლოდ იმის შესაძლებლობა, რომ მივუსადაგოთ იგი სხვა ციურ სხეულებს და დავადგინოთ, თუ რამდენად შეესაბამება კეპლერის რეალური კანონები, დანერილი პლანეტებისათვის, ნიუტონისეულ პრინციპებს იმავე პლანეტებისათვის.

ამასთან ერთად უნდა გვახსოვდეს, რომ „კლასიკურ ფიზიკაში დინამიკის კანონები არანაირად არ უკავშირდება მიზიდულობის ძალების არსებობას. კლასიკური ფიზიკის თვალსაზრისით დინამიკის კანონებს აქვთ უფლება იარსებონ, შეინარჩუნონ მათში ჩადებული აზრი და ჰქონდეთ თავისი სახე, იმ შემთხვევაშიც კი, თუ საერთოდ არ იარსებებდა მიზიდულობის ძალები“ (იხ. ს. ხაიკინი, „მექანიკა“).

ციურ მექანიკაში პლანეტების მოძრაობა განიხილება როგორც მოძრაობა ინერციით; მიზიდულობა უძრავ ცენტისკენ კი – ძალით, რომელიც უკუპროპორციულია მანძილის კვადრატისა და ამით, თითქოსდა უკავშირებენ ერმანეთს კეპლერის და ნიუტონის კანონებს. ყოველი პლანეტის მოძრაობა მზის ირგვლივ

სწორედ რომ ამ საკითხზე დაიყვანება. ეს ინერციის პრინციპისა და მსოფლიო მიზიდულობის ძალის არსებობის შედეგია.

აი რას წერს ნიუტონი ნაშრომში „ნატურალური ფილოსოფიის მათემატიკური საწყისები“: „ძალები, რომელთა გავლენით ძირითადი პლანეტები მუდმივად გადაიხრებიან წრფივი მოძრაობიდან და ინარჩუნებენ თავის ორბიტებს, მიმართულია მზისაკენ და უკუპროპორციულნი არიან მის (მზის) ცენტრამდე მანძილის კვადრატისა“. მაშასადამე, „ნიუტონისეული საწყისების მთავარი აზრი მდგომარეობს პლანეტების და მთვარის მოძრაობის წარმოდგენაში იმნაირად, რომ ეს მოძრაობები განიხილება, როგორც ორი ძალის გეომეტრიული შეკრების შედეგი, სადაც პირველი ძალა – ეს ინერციის ძალაა (პირველადი ბიძგი), მეორე ძალა კი არის მიზიდულობის ძალა, რომელიც მიმართულია მიმზიდავი ცენტრისკენ“ (ენგელსი, „ბუნების დიალექტიკა“, ჰესენი, „ნიუტონის მექანიკის სოციალურ-ეკონომიკური ფესვები“).

დასკვნა ასეთია: პლანეტების ორბიტების მისაღებად ანუ კეპლერის ელიფსის მისაღებად ნიუტონის მიხედვით გვაქვს შემდეგი პირობები:

1. მზე იზიდავს პლანეტას გარკვეული ძალით და ანიჭებს მას აჩქარებას, რომელიც მანძილის კვადრატის უკუპროპორციულია;
2. ინერციის კანონის თანახმად პლანეტა წრფივ თანაბარ მოძრაობაშია და მისი აჩქარება ნულის ტოლია;
3. ორივე ეს მოძრაობა, გამონწვეული როგორც ინერციით, ასევე მზის მიზიდულობით, მთელი მოძრაობის განმავლობაში ერთ სიბრტყეში იმყოფება.

ამ მოძრაობების შეკრების შედეგად ვღებულობთ პლანეტის ორბიტას, ე. ი. კეპლერის ელიფსს მთელი თავისი თვისებებით.

პლანეტების ორბიტების ასეთი ფიზიკური ინტერპრეტაცია, რომელიც ნიუტონის მექანიკიდან გამომდინარეობს, ეწინააღმდეგება თვით ნიუტონის მათემატიკურ შედეგებს, რომლებიც მან მიიღო პლანეტების ორბიტების ელიპტიკური ფიგურების გათვლისას.

ზემომოყვანილი დასკვნის გასარკვევად განვიხილოთ მსოფლიო მიზიდულობის ძალის დამამტკიცებელი რამდენიმე ხერხი და ვაჩვენოთ, რომ ყოველივე ეს მცდარია, არასწორია და მიუღებელია მეცნიერული თვალსაზრისით, ეწინააღმდეგება თეორიული მექანიკის არსებულ კანონებს; ეწინააღმდეგება პლანეტების მოძრაობისათვის განკუთვნილ და ნიუტონის მიერ გამოყვანილ ფორმულებს, დიალექტიკურ-მატერიალისტური მსოფლმხედველობის მთელ სისტემას და ბუნების ფიზიკური მოვლენების ზოგად დედაარსსაც.

ამ მკაცრ მათემატიკურ ანალიზთან ერთად შევეცდებით ჩვენვდეთ პლანეტების ორბიტების ელიპტიკური ფიგურის ფიზიკურ არსს; მათემატიკური მეთოდებით კი დავამტკიცებთ, რომ კეპლერის რეალური, ნამდვილი კანონები და მათგან გამომდინარე შედეგები პრაქტიკულად სწორია, რადგან ისინი დასტურდება ცდისეულად და ციური მექანიკის მოვლენებზე წარმოებული დაკვირვებით. მზის სისტემის პლანეტების დიფერენციალური განტოლებები წარმოადგენენ არა მიზიდულობასა და ინერციას, როგორც ამას განუწყვეტილ გვიკიჟინებენ ასტრონომები და ფიზიკოსები, არამედ ისინი ასახავენ ბუნების ნამდვილ დიალექტიკურ კანონებს – მიზიდვა-განზიდვას, ე. ი. რხევით მოძრაობას, „თანაც ეს პროცესები განიხილება ჩვენ მიერ არა როგორც ე. წ. ძალები, არამედ როგორც მოძრაობის მარტივი ფორმები“ (ენგელსი, „ბუნების დიალექტიკა“).

§3. პლანეტათა მოძრაობის დინამიკური და კინემატიკური დამტკიცებანი მათზე სიმკიფის ძალისა და ინერციის ძალის მოქმედებისას

პირველი დამტკიცება – დინამიკური დემონსტრაციაა.

ეს ცდები ჩატარდა ბერლინის ობსერვატორიაში. მინის ფირფიტის ქვეშ თავსდებოდა ღეროს ფორმის ნახევარსფეროს სახის მქონე ელექტრომაგნიტის პოლუსი; ამის შემდეგ ტუშში ამოვლე-

ბული მცირე ზომის ფოლადის ბურთულას ენიჭებოდა გარკვეული სანწყისი სიჩქარე და ეძლეოდა მოძრაობის გარკვეული გეზი ამ ფირფიტაზე სამოძრაოდ. ბუნებრივია, ბურთულა ტოვებდა კვალს და იმის მიხედვით, თუ როგორი იყო მისი სანწყისი სიჩქარე და მაგნიტური ველის დაძაბულობა, ლებულობდნენ მრუდ ნირებს, რომელთაც არაფერი საერთო არ გააჩნდათ კეპლერის კანონებთან. ეს მრუდები ყოველთვის წარმოადგენდა არასწორი ფორმის სპირალებს, რომლებიც დახვეული იყო ცენტრის ირგვლივ. ბოლოს და ბოლოს ბურთულა F მაგნიტის ზემოთ ჩერდებოდა (იხ. ვ. მეიერი, გლაზენაპი „სამყარო“). მკვლევართა ყურადღება მხოლოდ ერთმა მოვლენამ მიიქცია: თუ ფირფიტაზე დადებდნენ უფრო სუსტ მაგნიტს, თანაც ისე, ბურთულას მისი ერთ-ერთი პოლუსის სიახლოვეს რომ გაეველო, მრუდები სახეს იცვლიდნენ და თანდათანობით გადაინაცვლებდნენ. ეს მოვლენა საფუძვლად დაედო პლანეტების შემფოთების თეორიას და აფსიდთა წრფეების მოძრაობას. მაშასადამე, ნათელია, რომ თუ ძალად ვირწმუნებთ, მხოლოდ მაშინ ვლებულობთ საჭირო რეზულტატს, სხვა მხრივ კი ეს უამრავი ცდების სრული წარუმატებლობაა.

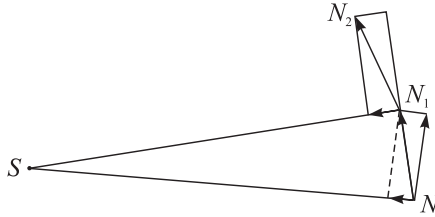
„კეპლერის ელიფსი დინამიკურ დემონსტრაციას სრულიად არ ემორჩილება“ (პოლი, „მექანიკა“).

მეორე დამტკიცება – კინემატიკური დემონსტრაციაა.

ტრაექტორიის კინემატიკური აგება იმ შემთხვევებისათვის, როდესაც იკრიბება ორი ან რამდენიმე მოძრაობა, ხდება სრული მათემატიკური სიმკაცრით, როგორც გრაფიკულად, ასევე გამოთვლების საშუალებით თუნდაც ისეთი რთული მრუდებისათვის, როგორებიცაა ლისაჟუს ფიგურები.

მაგრამ კეპლერის ელიფსის კინემატიკური აგება მსოფლიო მიზიდულობის ძალისა და ინერციის ზემოქმედების შედეგად არ ხერხდება არც გრაფიკულად და არც გამოთვლებით.

მართლაცდა, დავუშვათ, რომ რაღაც ცენტრალური ხსეული (იხ. ნახ. 1), მაგალითად მზე (S) გარკვეული F ძალით იზიდავს პლანეტას, რომელიც მოძაობს ინერციით და ანიჭებს მას აჩქარებას, რომელიც უკუპროპორციულია მათ შორის მანძილის კვადრატისა:



ნახ. 1

ამ ფიზიკური ინტერპრეტაციის თანახმად „მსოფლიო მიზიდულობის ძალები“ [52], (და ეს გამოთქმა დღემდე შემორჩენილია), ნიუტონის მექანიკის თანახმად წარმოადგენს „სხეულთა თავისუფალ მოძრაობას სიმძიმის ველში“.

ასეთი სახის მოძრაობებისათვის ანალიტიკურ და ციურ მექანიკაში არსებობს სრულიად ნათელი და განსაზღვრული დიფერენციალური განტოლებები:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -m^2 \frac{1}{x^2} \text{ და } \frac{d^2y}{dt^2} = 0 \quad (1a)$$

(იხ. ბუხგოლცი „მექანიკა“; გრიმზელი „ფიზიკის კურსი“; მულტონი „ციური მექანიკის შესავალი“; შეფერი „თეორიული ფიზიკა“).

ამ ზემომოყვანილ დიფერენციალურ განტოლებებიდან, რომლებიც ფიზიკური ინტერპრეტაციის თანახმად არის „მსოფლიო მიზიდულობის ძალები“ და ასახავენ ცენტრისკენ მიზიდულობისა და ინერციით მოძრაობების ვექტორულ (გეომეტრიულ) ჯამს, ვერც ერთ შემთხვევაში ვერ მივიღებთ კეპლერის მოძრაობას. მაშასადამე, ისინი ეწინააღმდეგებიან ციური მექანიკის ყველა ცდისეულ მონაცემებს.

ეს „გეომეტრიული მსჯელობანი“, როგორც აღნიშნავდა მულტონი, „არ ექვემდებარებიან არავითარ ზოგადს, შეიცავენ მრავალ, ხშირად გადაულახავ სიძნელეებს“ (ფ. მულტონი „ციური მექანიკის შესავალი“).

ენგელსი შრომაში „ბუნების დიალექტიკა“ წერს: „ამის გამო მას (ასტრონომიას) შემოაქვს თეორიაში მოძრაობის ისეთი ელემენტი, რომელსაც გარდაუვლად მივყავართ მოძრაობის შექმნისა და დასრულების (მოსპობის) იდეისკენ და ამიტომაც აქ იგუ-

ლისხმება გამჩენი; ეს კი ჩვენ უკვე ბევრჯერ ვნახეთ“ „აუხსნელია ის ფაქტი, რომ აფელიასა და პერიგეას შუანერტილში არ ხდება წონასწორობის მდგომარეობის ფიქსაცია; იგი ირღვევა აფელიის მხარეს ტრაექტორიის თანდათანობითი გამრუდებით, მაშინ, როდესაც კინემატიკური აგებით და ძალის დინამიკური მოქმედებით, მიზიდულობის კანონის თანახმად, ერთი ძალის მეორეზე უდიდეს წონამეტობის მომენტში უეცრად ხდება შემობრუნება აფელიის მხარისკენ, ზუსტად ისევე, როგორც ეს ხდება პლანეტის ყველაზე ახლოდგომის მომენტში აფელიისაგან. თუ ჩვენ ნიუტონის თეორიის ენით ვიხელმძღვანელებთ, ამ მომენტში უპირატესობა ცენტრიდანული ძალებისკენაა და გაუგებარია თვით აფელიაში გაცილებით უფრო სუსტი ცენტრისკენული ძალა რატომ ხდება გადამწონი და შემობრუნებს პლანეტას. **ნათელია, რომ აქ უნდა ჩაერთოს გარკვეული სხვა ძალა, რომელიც ამ შემობრუნების მიზეზია**“ (ჰეგელი: „ლოგიკა“).

ჰეგელის ეს ფილოსოფიური დასკვნა იმის შესახებ, რომ ცენტრალურ ძალას არ შეუძლია ჩაკეტილი მრუდის მოცემა რალაც სხვა ძალის ჩარევის გარეშე, მათემატიკურადაც დასტურდება მექანიკის იმ ნაწილში, რომელიც ცენტრალურ ძალებს შეისწავლის.

„ეს განტოლება გვიჩვენებს, რომ ცენტრალური ძალების შემთხვევაში ნერტილის ფარდობითი მოძრაობა რადიუს-ვექტორის გასწვრივ ხდება, „თითქოსდა“, ორი ძალის: F ძალისა და დამატებითი ძალის $m^2 \frac{c^2}{r^3}$ გავლენით“ (ბუხგოლცი „მექნიკა“).

ეს დამატებითი ძალა $\frac{c^2}{r^3} = mr\varphi^2$ წარმოადგენს გადატანითი აჩქარების ნორმალურ მდგენელს და იგი განმზიდი მოძრაობის შედეგად მიიღება.

ამით დასტურდება მეცნიერებაში მიღებული აზრი, რომ კეპლერის ელიფსი ნიუტონისეული მექანიკის მიხედვით არ ექვემდებარება კინემატიკურ აგებას.

„კეპლერის ელიფსი კინემატიკურად ექვემდებარება დემონსტრირებას ძალიან ცუდად, დინამიკურად კი – საერთოდ არა.

საქმის ასეთი ვითარება სრულიად შეესატყვისება უამრავი მცდელობების სრულ წარუმატებლობას“ (პოლი „მექანიკა“).

ამ მოვლენას ადრე დეკარტი, ჰიუგენსი, ლეიბნიცი, კანტი, ჰეგელი, ბერნული და ენგელსიც აღნიშნავდნენ.

ჰიუგენსი წერდა ლეიბნიცს: „ნიუტონის მრავალი განმარტებებითა და თეორიებით არამც და არამც კმაყოფილი ვერ ვიქნები; მიზიდულობის პრინციპი კი მიმაჩნია აბსურდად, რაც უკვე დამტკიცდა“.

მე-18 საუკუნეში ლომონოსოვი და ეილერიც აღნიშნავდნენ რა ნიუტონის დამსახურებას, ამავე დროს მკაცრად აკრიტიკებდნენ მის სწავლებას მიზიდულობის შესახებ (იხ. ლომონოსოვი „თხზულებათა სრული კრებული“).

„მთელი სწავლება მიზიდულობის შესახებ დაიყვანება მტკიცებაზე, რომ იგი (მიზიდულობა) მატერიის არსია. ეს კი აუცილებელი სიცრუეა“ (ენგელსი „ბუნების დიალექტიკა“).

სინამდვილეში პლანეტების მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები, რომელთაგანაც ვღებულობთ კეპლერის მოძრაობას და რომლებიც პრაქტიკულად ციური სხეულების მოძრაობაზე დაკვირვებითაა გამართლებული, მოიცემა შემდეგი სახით:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -m^2 \frac{1}{r^2} \cos\varphi \quad \text{და} \quad \frac{d^2y}{dt^2} = -m^2 \frac{1}{r^2} \sin\varphi \quad (2)$$

ან

$$x'' + \frac{m^2}{r^3} x = 0 \quad \text{და} \quad y'' + \frac{m^2}{r^3} y = 0 \quad (2a)$$

ეს დიფერენციალური განტოლებები, როგორც ციურ, ასევე თეორიულ მექანიკაში ცნობილია „ცენტრალური მოძრაობის“ სახელით და გარდა ცენტრალური მიმზიდველი ძალისა, საჭიროა კიდევ დამატებითი ძალა, რათა მიღებულ იქნეს ჩაკეტილი მრუდი, ანუ კეპლერის ელიფსი (იხ. ბუზგოლცი „თეორიული მექანიკა“).

ეს დამატებითი ძალა $m \frac{c^2}{r^3} = mr\varphi'^2$, რომელიც გადატანითი აჩქარების ნორმალურ მდგენელს წარმოადგენს, მიიღება განმზიდავი ძალისაგან, ე. ი. ეს დამატებითი ძალაც ცენტრალური ბუნებისაა.

ამას ნათლად დავინახავთ, თუ დიფერენციალურ განტოლებებს (2) წარმოვიდგენთ შემდეგი სახით:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -m^2 \frac{\cos^3\varphi}{x^2} \quad \text{და} \quad \frac{d^2y}{dt^2} = -m^2 \frac{\sin^3\varphi}{y^2}.$$

თუ პირველი ამ განტოლებებიდან

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -m^2 \frac{\cos^3\varphi}{x^2},$$

გამოსახავს აჩქარებას x ღერძის გასწვრივ მოძრაობისას, მიიღება $x=r\cos\varphi$ განტოლებიდან და წარმოადგენს ცენტრისკენ მიზიდვას, მეორე დიფერენციალური განტოლება

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -m^2 \frac{\sin^3\varphi}{y^2},$$

რომელიც გამოსახავს აჩქარებას y ღერძის გასწვრივ მოძრაობისას, მიიღება $y=r\sin\varphi$ განტოლებიდან და წარმოადგენს მიზიდვის ურთიერთსაწინააღმდეგოს, ე. ი. ცენტრიდან განზიდვას.

ფ-ჭეშმარიტ ანომალიასთან ცვლილებისას მათი ურთიერთდაპირისპირებულობა რჩება მუდმივი და მოძრაობის ერთიან ფორმას წარმოადგენს.

იდეა მოძრაობის ურთიერთსაპირსპირო ფორმების ერთიანობის შესახებ წარმოადგენს ბუნების დიალექტიკური კანონის ძირითად და მთავარ კანონს.

ნაშრომში „ბუნების დიალექტიკა“ ენგელსი წერს: „ჰეგელმა სრულიად სწორად შეამჩნია, რომ მატერიის არსი – ეს მიზიდვა და განზიდვაა... ჯერ კიდევ კანტი განიხილავდა მატერიას, როგორც მიზიდვისა და განზიდვის ერთობლიობას.. მატერიის მოძრაობის ძირითადი ფორმაა მიახლოება-დაშორება, შეკუმშვა-გაფართოება, მიზიდვა-განზიდვა...“

§4. პლანეტათა მოძრაობის დიფერენციალური ბანტოლებები

მესამე მტკიცება – ანალიტიკური გამოყვანა.

მსოფლიო მიზიდულობის ძალის მათემატიკური დამტკიცება, ვითომდა, დაფუძნებულია კეპლერის რეალურ კანონებზე, და როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ეს ძირითადი პრინციპი (მიზიდულობა) არც ერთ შემთხვევაში არ უნდა ეწინააღმდეგებოდეს კეპლერის რეალურ კანონებს – პლანეტების მოძრაობის კანონებს.

როგორც ციური მექანიკიდან, ასევე ანალიტიკური მექანიკიდან ცნობილია პლანეტების მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -m^2 \frac{1}{r^2} \cos\varphi \quad \text{და} \quad \frac{d^2y}{dt^2} = -m^2 \frac{1}{r^2} \sin\varphi,$$

რომლებიც პლანეტის აჩქარების გამომსახველნი არიან, სადაც ეს აჩქარება მანძილის კვადრატის უკუპროპორციულია. აქ r – რადიუს-ვექტორია, φ – ჭეშმარიტი ანომალია ანუ კუთხე რადიუს-ვექტორსა და x -ღერძებს შორის და μ^2 – რაღაც მუდმივაა.

თუ ნიუტონის მეორე კანონზე დაყრდნობით a priori დავუშვებთ, რომ ციური სხეულებისათვის

$$f = ma,$$

სადაც a – აჩქარება გამონვეულია მხოლოდ მზის მიმზიდველი ძალით (იხ. ბუხგოლცის „მექანიკა“),

$$F = -\gamma^2 \frac{Mm}{r^2}$$

რომელიც ყოველთვის მზისკენაა მიმართული, ამით ჩვენ ვაყენებთ სანყის პირობებს:

$$\cos\varphi = \frac{x}{r} \quad \text{და} \quad \sin\varphi = \frac{y}{r},$$

რომლებიც მუდმივი სიდიდეებია.

სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ინტეგრირების კონსტანტები ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ სანყისი სიჩქარე ან ნულს უნდა უტოლდებოდეს, ან რადიუს-ვექტორის გასწვრივ უნდა იყოს მიმართული.

თუ (2) განტოლების ინტეგრირებას მოვახდენთ ისეთი დაშვებების გათვალისწინებით, რომ ისინი (განტოლებები) წარმოადგენენ აჩქარებას, რომელიც ცენტრალური სხეულის მიმზიდველი ძალითაა გამოწვეული, მივიღებთ სხეულის ტრაექტორიას წრფის სახით. მაშინ განტოლება (2) შესაძლებელია ზოგად სახეზე დავიყვანოთ:

$$\frac{d^2s}{dt^2} = -m^2 \frac{1}{s^2},$$

რომლის ინტეგრირება მოცემულია ციური და თეორიული მექანიკის ყველა კურსში და ნათელია, რომ მიზიდულობის ძალები, რომლებიც მანძილის კვადრატის უკუპროპორციულნი არიან, იძლევიან წრფივ ტრაექტორიას და როდესაც საწყისი სიჩქარე ნაკლებია $\sqrt{\frac{2m^2}{s_0}}$ -ზე, სხეულის სიჩქარე ცენტრისგან რაღაც სასრულ მანძილზე ნულს უტოლდება; ამ წერტილში სხეული ჩერდება და მოძრაობას იწყებს უკან, ცენტრისკენ.

მაგრამ თუ საწყისი სიჩქარე ტოლია ან მეტი $\sqrt{\frac{2m^2}{s_0}}$ -ზე, მაშინ, შესაბამისად, ვღებულობთ ასიმპტოტიკურ ან პროგრესულ მოძრაობას (იხ. მულტონი, „ციური მექანიკის შესავალი“).

თუ მოცემულია ინტეგრირების კონსტანტები, ანუ საწყისი პირობები, საწყისი სიჩქარე კი განსხვავებულია ნულისგან და მიმართულია რადიუს-ვექტორისადმი რაღაც კუთხით, ეს იმას ნიშნავს, რომ პლანეტების მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებებში (2) სიდიდეები $\cos\varphi = \frac{x}{r}$ და $\sin\varphi = \frac{y}{r}$ ცვლად სიდიდეებს წარმოადგენენ.

ასეთი დაშვებისას გვაქვს ორი მოძრაობა: პირველი მიმართულია რადიუს-ვექტორის გასწვრივ, მეორე კი – მისდამი რაღაც კუთხით. ასეთი დასკვნა მოცემულია ბუხგოლცის მექანიკაში (ტომი 1), სადაც სიჩქარე რადიალურ და ტრანსვერსალურ სიჩქარეთა ჯამს წარმოადგენს.

თუ ანალიტიკური მექანიკის ენას მივმართავთ, შეიძლება ითქვას, რომ დიფერენციალური განტოლებები (2), რომლებიც

აღწერენ პლანეტების მოძრაობას, სამი აჩქარების ტოლქმედს წარმოადგენენ (იხ. ნიკოლაი, „ლექციები თეორიულ მექანიკაში“, ტ. 1). ამ სამი აჩქარების გეომეტრიული ჯამი შეადგენს აბსოლუტურ აჩქარებას; ამასთან პირველი აჩქარება – გადატანითი, ანუ ტრანსვერსალური აჩქარებაა, მეორე – ფარდობითი ანუ რადიალური, მესამე კი – კორიოლისის აჩქარებაა.

გადატანით აჩქარებას, გადატანით სიჩქარეს და ტრაექტორიას ვუნოდებთ მყარი სხეულის (გარემოს) იმ აჩქარებას, სიჩქარეს და ტრაექტორიას, რომელიც აქვს მოძრავ წერტილს მოცემულ მომენტში (იხ. სუსლოვი, „ანალიტიკური მექანიკის საფუძვლები“; ნიკოლაი, „თეორიული მექანიკის ლექციები“).

მაშასადამე, დიფერენციალური განტოლებების (2) პირველი ინტეგრირებით ვღებულობთ აბსოლუტურ სიჩქარეს, რომელიც გადატანითი და ფარდობითი სიჩქარეების ჯამის ტოლია; მეორე ინტეგრირებით – აბსოლუტურ მოძრაობას, ე. ი. იმ ტრაექტორიას, რომელიც მიიღება სხეულის მოძრაობის გადატანითი (ტრანსვერსალური) და ფარდობითი ტრაექტორიების შეკრების შედეგად.

თუ ციური სხეულების მოძრაობის კანონები – მიზიდულობა და ინერცია, რომლებიც მოგვცა ნიუტონმა, ჭეშმარიტნი და რეალურნია, მაშინ მიღებული გადატანითი და ფარდობითი მოძრაობები უნდა აკმაყოფილებდნენ მოცემულ პირობებს, ანუ ასახავდნენ მზის მიზიდულობის ძალით გამოწვეულ მოძრაობას. ასეთი მოძრაობის აჩქარება მანძილის კვადრატის უკუპროპორციული უნდა იყოს, ინერციით მოძრაობა კი – წრფივი და თანაბარი, რომლის აჩქარება ნულის ტოლია (იხ. პოპოვი და ბაევი „ასტრონომია“).

ნიუტონის თანახმად, ორივე მოძრაობა – როგორც გადატანითი, ასევე ფარდობითიც – წრფივი უნდა იყოს და ხდებოდეს ერთ სიბრტყეში.

ანალიტიკური მექანიკა ამ საკითხს იოლად აგვარებს: ვიპოვოთ ცალ-ცალკე როგორც გადატანითი, ასევე პლანეტის ფარდობითი მოძრაობა, რისთვისაც ჯერ გავანალიზოთ დიფერენ-

ციალური განტოლება (2), საიდანაც შეიძლება დავამტკიცოთ, რომ გაორმაგებული სექტორული სიჩქარე „ $2k$ “ მუდმივია და ტოლია:

$$2k = r^2 \varphi'. \quad (3)$$

ორჯერადი ინტეგრირების შემდეგ გვექნება:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= -m^2 \frac{1}{r^2} \cos\varphi, & \frac{d^2y}{dt^2} &= -m^2 \frac{1}{r^2} \sin\varphi, \\ \frac{dx}{dt} &= -\lambda \sin\varphi, & \frac{dy}{dt} &= \lambda \cos\varphi + c, \\ x &= r \cos\varphi, & y &= r \sin\varphi, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

სადაც c – ინტეგრირების მუდმივაა, λ – რაღაც მუდმივაა.

თუ ამ განტოლებებს საშუალო ანომალიის კუთხური სიჩქარეებით გამოვსახავთ, მივიღებთ:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= -n^2 x \frac{1}{(1-\cos E)^3}, & \frac{d^2y}{dt^2} &= -n^2 y \frac{1}{(1-\cos E)^3} \\ \frac{dx}{dt} &= -ny \frac{1}{(1-\cos E)\cos\beta}, & \frac{dy}{dt} &= +nx \frac{1}{(1-\cos E)\cos\beta} + C \\ x &= a \cos E - f, & y &= a \sin E \cos\beta, \end{aligned} \right\} \quad (4a)$$

სადაც n – საშუალო სადღეღამისო მოძრაობაა.

როგორც ვხედავთ, ეს მართებული განტოლებები, რომლებიც ზუსტად ასახავს კეპლერის ელიფსს, დადასტურებული ცდებით და ციური სხეულების მოძრაობაზე დაკვირვებით, არაფრით არ გამოსახავენ პლანეტის ორბიტის ელიპტიკური ფიგურის იმ ფიზიკურ ინტერპრეტაციას, რომელსაც იძლევა ნიუტონისეული მექანიკა.

ვინაიდან მათემატიკური აზროვნება, ისევე როგორც ყოველი მეცნიერული აზროვნება ობიექტური რეალობის ასახვაა, განტოლებები (4) და (4a), დადასტურებულია ციური სხეულების მოძრაობაზე ცდისეული დაკვირვებებითა და მათემატიკურ ენაზე ობიექტურად არსებული მოძრაობათა სახეობების ასახვას წარმოადგენენ, აუცილებელი ხდება ამ მოძრაობათა პოვნა.

მეორე მხრივ, ცნობილია დიდი ფრანგი მათემატიკოსის ფურიეს მიერ დამტკიცებული თეორემა: „ნებისმიერი პერიოდული

ფუნქცია შეიძლება დაიშალოს ჰარმონიულ ფუნქციებად“, ე. ი. სინუსებისა და კოსინუსებისაგან შედგენილ რიგად (იხ. ეიხენვალდი, „თეორიული ფიზიკა“, ნაწ. II).

ამ თეორიაზე დაყრდნობით რხევათა მოძრაობის თეორია ამტკიცებს, რომ ყოველი პერიოდული მოძრაობა რხევით მოძრაობას წარმოადგენს (საპირისპირო მსჯელობა კი მართებული ვერ იქნება: ყოველი რხევითი მოძრაობა ვერ იქნება პერიოდული).

კარგადაა ცნობილი, რომ მზის სისტემის პლანეტების და კომეტების მოძრაობა პერიოდული მოძრაობაა. ამდენად მართებულია ვამტკიცოთ, რომ განტოლებებს (4), რომლებიც ზუსტად ასახავენ მზის სისტემის პლანეტებისა და კომეტების პერიოდულ მოძრაობებს, უნდა გააჩნდეთ რხევათა მოძრაობების კანონებისათვის დამახასიათებელი და ნათლად გამოსახული ნიშნები, რაც ნამდვილად დასტურდება.

მაშასადამე, მეცნიერებაში არსებული აზრი, რომ რხევითი მოძრაობიდან კეპლერის მოძრაობის მიღება შეუძლებელია (ბერტრანის ამოცანის საფუძველი), ყოვლად გაუმართლებელ დასკვნას წარმოადგენს. ეს დასკვნა ეწინააღმდეგება ფურიეს თეორემასაც; იგი არადამაჯერებელია, არგუმენტებს მოკლებულია და ჩვენთვის მიუღებელია.

გამომდინარე ზემოთქმულიდან შეგვიძლია ამოცანის მათემატიკური ფორმულირება:

„ვიპოვოთ ისეთი რხევითი მოძრაობები, რომელთა შეკრების შედეგად მივიღებთ კეპლერის მოძრაობას ყველა თანმხლები მოვლენებითურთ, რაც კი დაკვირვების შედეგადაა ცნობილი“.

ფურიეს თეორემისა და ბერნულის პრინციპის თანახმად ეს ამოცანა ამოხსნადია და ჩვენი მიზანიც ესაა. ამის გაკეთება აუცილებელია იმდენად, რამდენადაც სამყაროს ნიუტონისეულ მეტაფიზიკურ სურათს ასე განყენებულად მდგომს ბუნების სხვადასხვა მოვლენების რიგში, მივყავართ ღმერთისკენ, სამყაროს შემქმნელისკენ. ასევე ეინშტეინის ხელოვნურად გამრუდებული სამყაროს სურათის შემთხვევაშიც, როცა შეკრულ, ჩაკეტილ სამყაროს ვღებულობთ. ეს კი ჩვენ ვერ დაგვაკმაყოფილებს. ეს

სურათი სამყაროს დიალექტიკურ-მატერიალისტური სურათით უნდა შეიცვალოს, რაც „სამყაროს ერთიანობისაკენ“ მიგვიყვანს.

„აზრი იმის შესახებ, რომ არსებობს ორი, ერთმანეთისგან დამოუკიდებელი სივრცის სტრუქტურა – მეტრიკულ-გრავიტაციული და ელექტრომაგნიტური – ნერდა ეინშტეინი, – მეცნიერულად მოაზროვნე ტვინისთვის შეუწყნარებელია“.

გამოვიკვლიოთ (4) და (4ა) განტოლებები. საჭიროა გავიხსენოთ, რომ მოძრაობის ყოველი სახე ყოველთვის მისი გზის (წანაცვლების) სიჩქარის და აჩქარების კანონის ცვლილების შესაბამისად განისაზღვრება.

ეს მნიშვნელოვანი ნიშან-თვისებანი, რომელთა თანახმად დგინდება მოძრაობის სახე, ყველა შემთხვევაში გადაირჩევა ერთნაირად (იხ. ზნამენსკი, კელზი და სხვ. „ფიზიკის სწავლების მეთოდოლოგია“).

მოძრაობის სახის განსაზღვრის ასეთი მეთოდი იმითაცაა ფასეული, რომ იგი მოვლენის ფიზიკური მხარისაგან გამომდინარეობს, ისე რომ გზის (წანაცვლების), სიჩქარისა და აჩქარების მათემატიკური დამოკიდებულებანი ძირითადი ფიზიკური კანონზომიერების შედეგს წარმოადგენს. გარდა ამისა, ამ კუთხით დანახული პროცესების შესწავლა სხვადასხვა მოვლენების ანალიზის უნარის განვითარების საშუალებაცაა. ხშირად ეს მოვლენების შედარების საშუალებით ხდება, რაც ფრიად სასარგებლოა ახალი შეუსწავლელი პროცესების კვლევისას. ასეთები კი ბუნებაში ხშირად გვხვდება (აკად. პაპალექსი). მოძრაობათა დიფერენციალური განტოლებების ფიზიკური ინტერპრეტაციისას მნიშვნელოვანია არა უბრალო იგივეობა, არამედ კანონი, რომელიც აკავშირებს გზის, სიჩქარისა და აჩქარების ცვლილებებს. მაშინ იოლი გამოსაკვლევია, მიეკუთვნებიან თუ არა ეს განტოლებები, რომელთა სახე შეიძლება იყოს განსხვავებული, რომელიმე გარკვეულ ზოგად კლასსა თუ ტიპს.

მოძრაობის ზემოაღნიშნული ნიშან-თვისებების მკაცრი მათემატიკური მსგავსება საკმარისია იმისთვის, რომ გამოვავლინოთ ფიზიკური კანონზომიერებების შორს მიმავალი ნათესაობა.

თუ შევადგენთ ცხრილს გზის, სიჩქარისა და აჩქარებისთვის უძრავი ცენტრის ირგვლივ მოძრავი ნერტილისათვის (4) და (4ა) განტოლებების თანახმად და განვსაზღვრავთ ამ ფიზიკური სიდიდეების მიმართულებებს და ვექტორთა მდგენელებს, მივიღებთ:

1. აჩქარება მატულობს (ან კლებულობს) წანაცვლების მატებასთან (ან კლებასთან) ერთად წანაცვლების მიმართულების საწინააღმდეგოდ.

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -m^2 \frac{\sin^3\varphi}{r^2}$$
 გამოსახულების ზრდა $y=r\sin\varphi$ – წანაცვლების ზრდასთან ერთად დამოკიდებულია ექსცენტრისიტეტზე და პლანეტების შემთხვევაში სრულდება 86%-ით, კომეტებისათვის კი – 68%-ით (φ -ის ცვლილებასთან ერთად).

„აჩქარების მდგენელები კოორდინატების პროპორციულია (იხ. მულტონი, „ციური მექანიკა“).

2. აჩქარება ყოველთვის მოძრაობის ცენტრისკენაა მიმართული; მოცემულ შემთხვევაში კოორდინატთა სათავისაკენ, ე. ი. ფოკუსისაკენ.

3. სიჩქარის ზრდასთან ერთად აჩქარება კლებულობს და პირიქით.

აქ აჩქარების მდგენელები წანაცვლების პროპორციულნი არიან და მის საწინააღმდეგოდ არიან მიმართულნი და სიჩქარის ზრდასთან აჩქარება კლებულობს და პირიქითაც – ეს რხევითი მოძრაობების ძირითადი დამახასიათებელი თვისებებია. როგორც ვხედავთ, არსებობს განსხვავება იმ მოძრაობასთან შედარებით, რომელიც მიზიდულობის ძალითაა გამოწვეული, სადაც სიჩქარე და აჩქარება ერთდროულად მატულობს ან კლებულობს (იხ. ეიხენვალდი, „თეორიული ფიზიკა“).

ასე რომ, პლანეტების დიფერენციალური განტოლებების (4) განხილვისას, ვღებულობთ გარდაუვალ დასკვნებს:

1. პლანეტის აბსოლუტური მოძრაობის ტრაექტორია, ანუ კეპლერის ელიფსი იკრებება ორი მოძრაობისაგან: გადატანითი და ფარდობითისაგან.

2. პლანეტების აბსოლუტური მოძრაობის მდგენელები კოორდინატების გასწვრივ რხევითი მოძრაობის მაგალითებს წარმოადგენენ.

ამ ჭეშმარიტი მათემატიკური დასკვნებიდან ნათლად ჩანს, რომ როგორც გადატანითი, ასევე ფარდობითი მოძრაობა წარმოადგენს რხევით მოძრაობებს.

ამ შესწორება-დამატების გათვალისწინებით და პრაქტიკულად სწორი მათემატიკური ფორმულების ფიზიკური ინტერპრეტაციის შედეგად, რომლებიც კეპლერ-ნიუტონის მიერ არის მოცემული ციური სხეულის მოძრაობისათვის ვლებულობთ როგორც (2-4) მათემატიკური ფორმულების სწორ გააზრებას, ასევე ბუნების დიალექტიკური კანონების გააზრებასაც.

ამ შესწორების გარეშე ნიუტონს კეპლერის ელიფსის ასაგებად მოუხდა მატერიისათვის, ცენტრალური მახასიათებლის მქონე მიზიდულობის ძალის გარდა, მიენერა კიდევ რალაც ტანგენციალური ძალა, რომელიც ამოძრავებს პლანეტას მიზიდულობის ძალის პერპენდიკულარული მიმართულებით. მაგრამ, როგორც (4) ფორმულებიდან ჩანს და დიალექტიკური აზროვნების კანონებიდანაც გამომდინარეობს, ეს საჭირო სიცრუე გახლდათ.

დიალექტიკური აზროვნების კანონების სწორი გააზრების შემთხვევაში თუ ამ ჯადოსნურ ტანგენციალურ ძალას დავიყვანთ ცენტრალური მახასიათებლის მქონე გარკვეული ფორმის მოძრაობამდე, ე. ი. განზიდვამდე, მაშინ (4) და (4ა) მათემატიკურ ფორმულებთან და ბუნების დიალექტიკურ კანონებთან სრული თანხმობით შევძლებთ კეპლერის ელიფსის როგორც კინემატიკურ, ასევე ანალიტიკურ აგებას. ელიფსს ამ შემთხვევაში ექნებოდა მისთვის დამახასიათებელი ყველა თვისება ყოველგვარი „ზეციური პირველი ბიძგის გარეშე“.

აქვე უნდა აღინიშნოს ხაზგასმით, რომ თანამედროვე ყოველმხრივ სრულყოფილებამდე განსაზღვრული მიზიდულობის იდეა ნიუტონს განუვითარდა ძველი სამყაროსა და წინამორბედი თაობების ბუნდოვანი წარმოდგენების გავლენის შედეგად. წარმოდგენა ციური სხეულების შეკავების შესახებ ცენტრის მიმართ

ამჟღავნებს ისეთ ბუნებრივ და ზოგად რალაცას, რაც ჩვენს ტვინს ოდითგანვე თავს ეხვეოდა და უძველეს იდეებსა და ძველი სამყაროს მეცნიერთა გონებაჭვრეტით დასკვნებში გვხვდება – ეს არის იდეა სხეულთა დაუძლეველი მისწრაფებისა თავისი ცენტრისკენ (impetum).

ჯერ კიდევ ჩვენს ნელთალრიცხვამდე მე-5 საუკუნის დასაწყისში ემპედოკლე აგრიგენტიდან (სიცილია) წერდა ფიზიკის ზოგიერთი საკითხის შესახებ რიგ სხვადასხვა თხზულებებს, საიდანაც შემდგომში უკვე არისტოტელეს მოჰყავს იდუმალი თეორიები ციური სხეულების მიზიდულობისა და განზიდვის შესახებ. როგორც ემპედოკლე იტყოდა – ეს ციური სხეულების მეგობრობისა და უთანხმოების შესახებ სწავლებაა, საიდანაც მომდინარეობს, ასე ვთქვათ, ჩვენი წარმოდგენა მიზიდულობის და ცენტრისკენული ძალების შესახებ; ეს ეხება არა მხოლოდ პლანეტებს, არამედ საერთოდ ყველა ელემენტს. სწორედ ამიტომ მიანერდნენ ემპედოკლეს ციური სხეულების მოძრაობის მიზეზების ცოდნას (იხ. ზუტერი, „მათემატიკურ მეცნიერებათა ისტორია“).

ქალდეველთა სწავლების თანახმად მზე – გავარვარებული სფეროა. მას ახასიათებს სხვა ციური სხეულების მიზიდვისა და განზიდვის თვისება.

საერთოდ, ძველი ასტრონომებისა და პითაგორელების წარმოდგენით მზე ერთდროულად იზიდავს თავისკენ და განიზიდავს თავისგან მისგან ჰარმონიულ მანძილზე მყოფ ციურ სხეულებს, რისი შედეგიცაა ციური სხეულების ჰარმონიული მწყობრი „მსვლელობა“ (იხ. ვ. ნოზაძე, „ვეფხისტყაოსანი და მზის მეტყველება“, ზუტერი, „მათემატიკურ მეცნიერებათა ისტორია“).

სამყაროს აგებულების ასეთი წარმოდგენა ეწინააღმდეგებოდა ძველი ხალხების ცრურწმენებს, ამიტომ იმჟამინდელი ფილოსოფოსები მიმართავდნენ ალეგორიულ ფორმებს, რათა არ ყოფილიყვნენ განდევნილნი თავისი სამშობლოდან (ემპედოკე, პითაგორა, არისტოტელე, არისტარქე სამოსელი და სხვები).

დიდი ქართველი პოეტი შოთა რუსთაველი, რომელიც პითაგორელთა სკოლის მოსწავლე გახლდათ, თავის უკვდავ პოემაში „ვეფხისტყაოსანი“ სამყაროს ჰელიოცენტრულ სისტემასა და მზის და პლანეტების ურთიერთობას ხოტბას მთელი თავისი სიმშვენიერით სწორედ რომ ალეგორიული ფორმით ასხამს, როდესაც მე-12 საუკუნის მხოლოდ ამ გენიოსისათვის დამახასიათებელი ხერხით – „მიჯნურობით“ გამოხატავს სატრფოსადმი მიახლოებისა და დაშორების სურვილს (იხ. ვ. ბელიაშვილი, „შოთა რუსთაველი და დანტეს იდუმალი“).

თანამედროვე ასტრონომიის ფუძემდებლის, დიდი კოპერნიკის წარმოდგენით „სიმძიმე“ სხვა არაფერია, თუ არა ბუნებრივი მისწრაფება, ლტოლვა (*appetentia*) თავისი ცენტრისაკენ.

თავის თხზულებაში „*Astronomia instavrata*“ იგი წერს: „მე იმ აზრისა ვარ, რომ სიმძიმე სხვა არაფერია, თუ არა ნაწილაკების დამახასიათებელი.. ბუნებრივი თვისება შეიკრან ერთ მთლიან სფეროსებურ ერთეულად“.

კოპერნიკის სკოლის უდიდესი მიმდევარიც კი – იოჰან კეპლერი, რომელიც სრულიად მართებულად „ცის კანონმდებლის“ მეტსახელს ატარებდა, ცდილობდა პლანეტების მზის ირგვლივ ბრუნვის მოვლენა აეხსნა არა მხოლოდ ცენტრისადმი მისწრაფებით, არამედ დასაშვებად მიაჩნდა აზრი რაღაც მაგნიტური განზიდვის, უკუგდების შესახებ (იხ. ე. დიურინგი „მექანიკის ზოგადი პრინციპების კრიტიკული ისტორია“).

ჯერ კიდევ ბევრად ადრე ნიუტონამდე მისი თანამედროვე ბორელი, შეისწავლიდა რა იუპიტერის თანამგზავრების მოძრაობას, ამოდიოდა იდეიდან, რომ პლანეტები და მათი თანამგზავრები ცდილობენ იმ ცენტრისკენ მიახლოებას, რომლის ირგვლივაც ბრუნავენ ისინი და რომ მათი ასეთი წრებრუნვითი მოძრაობა ერთდროულად მათი ცენტრისაგან განზიდვის მიზეზიცაა.

პლანეტების ბრუნვის მიზეზად ბორელი სწორედ რომ ამ ორ მოვლენას – მიახლოებასა და დაცილებას – შორის თანაფარდობას განიხილავდა (იხ. *Teoricae nediceorum ex causis physis deductae*“).

მაღევე ჰიუგენსის შრომების შედეგად დამკვიდრდა ახალი გამოთქმა „ცენტრისკენული ძალები“, კეპლერის შრომების შედეგად კი უკვე დადგენილი იყო მიზიდვის კვადრატულად კლების ფაქტი, რის შესახებაც ნიუტონი 1688 წლის 14 ივლისს წერდა ჰალეის (ბრიუსტერი: „*Memoirs of the 'life of Newton*“). გარდა ამისა ნიუტონი თვითონვე აღიარებდა, რომ ეს კანონი დამოუკიდებლად აღმოაჩინეს ჰუკმა, რენომ და ჰალეიმ.

ყოველივე ამ დასკვნებისა და ზემომოყვანილი ცალკეული ძველი იდეების – სხეულთა ლტოლვისა თავისივე ცენტრისაკენ – შემდეგ, ნიუტონს ბევრი აღარაფერი რჩებოდა, რომ სიტყვა „მოდრაობა“ შეეცვალა სიტყვა „სიმძიმით“ და გადასულიყო ახალ გამონათქვამზე – „მიზიდვის ძალისაკენ“, გაითვალისწინა რა თავისი ეპოქა, სრულიად მართებული დიალექტიკური მარცვალი (განზიდვის იდეა) მან ჩაანაცვლა გამონათქვამით: „პირველი ღვთიური ბიძგი“.

მაგრამ ცნება „სიმძიმის ძალას“ გამოთქმას როგორც ნამდვილად არსებულ მიზიდავ ძალას, ნიუტონი თავიდან ერიდებოდა, რადგან არ სურდა მასზე გარკვეული ძალების მხრივ თავდასხმის მსხვერპლი რომ გამხდარიყო. ასეთ შეხედულებას საერთოდ არ მისცა არანაირი მნიშვნელობა და დააფუძნა სწავლება მიზიდულობის შესახებ დამოუკიდებლად ძალის შინაგანი თვისების იდეისგან.

რა თქმა უნდა, ზემოთქმულიდან არ უნდა დავასკვნათ, რომ ანტიკური მოძღვრება მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობის შესახებ იძლეოდა გარკვეულ ჩამოყალიბებულ თვალსაზრისს რაიმე ფორმით ან კიდევ ამა თუ იმ პრინციპულ მითითებას; მხოლოდ თანამედროვე წარმოდგენებით თუ შეიძლება ეს მიმოფანტული ბუნდოვანი იდეები გამხდარიყო ბევრად უფრო განსაზღვრული, ვიდრე იმ ძველ დროში, როდესაც ამის წარმოდგენაც კი შეუძლებელი იყო. მაგრამ არც იმის თქმა იქნებოდა სწორი, რომ ძველი მეცნიერების იდეები, კერძოდ კი იდეა სხეულების ორმხრივი მოქმედების – მიახლოებისა და დაშორების – თავისივე ცენტრის მიმართ შეიძლება ყოფილიყო არამოტივირებული

და არარაციონალური, როგორც ამას ფიქრობენ ზოგიერთები. ამ ანტიკურ იდეებს გააჩნდათ თავისი მიზეზები – ფსიქოლოგიური და ობიექტური. ამიტომ ისინი აუცილებლად იყვნენ დაკავშირებულინი მიმდინარე მოვლენებთან რალაც გარკვეულ საზღვრებში მაინც. ეს იდეები უკავშირდებოდა, აგრეთვე, ძველი სამყაროს თეორეტიკულ-შემეცნებით მისწრაფებებს. ამდენად დაფუძვებით დიდ შეცდომას, თუ კი ერთხელ და სამუდამოდ უარს ვიტყვოდით ძველი ფილოსოფოსების აზრის შედარებაზე ჩვენს თანამედროვე ცოდნასთან შესაბამის დარგებში და მოვინდომებდით ძველი იდეების განხილვას უახლესი მიღწევების, თანამედროვე მეცნიერების აღმოჩენების ქრილში.

განა შესაძლებელია გვერდი ავუაროთ დემოკრიტეს სწავლებას, ან კიდევ მისი წინამორბედის ლევიკიპეს ატომისტურ თეორიას? ძველად ამ თეორიამ ვერ ჰპოვა განვითარების გზა, მაგრამ შეძლო დაეპირისპირებინა პლატონისეულ სპირიტუალიზმს ისეთი მატერიალიზმი, რომელმაც, ძველ დროში თუ არა, ჩვენს დროში მაინც დაიჭირა სათანადო ადგილი მეცნიერებასა და ფილოსოფიაში და რომელზედაც დემოკრიტემ აზდერიდან დააფუძნა სამყაროს ისეთი სისტემა, რომელზედაც მოგვითხრობს ლუკრეციუსი თავის თხზულებაში „De rerum Natura“.

განა დემოკრიტე არ იყო, პირველმა რომ გამოთქვა მოსაზრება იმის შესახებ, რომ ყველა სხეული ცარიელ სივრცეში ერთი და იმავე სიჩქარით რომ ვარდება? დემოკრიტეს მოსაზრებაა ისიც, რომ ერთიან, მთლიან სხეულში არსებობს სვრეტები (ფორები) და რომ სინათლე შედეგია მნათი სხეულიდან თვალით უხილავი ნაწილაკების ამოფრქვევისა. (იხ. ზუტერი: „მათემატიკურ მეცნიერებათა ისტორია“).

განა პითაგორამ არ განმარტა ბგერის, სინათლისა და სიტბოს მოვლენები „ვიბრაციული ლეღვით“? (ეს სწავლება, თავის მხრივ, ეგვიპტური წყაროებიდანაა ცნობილი).

და ყველა ეს სწავლება ამჟამადაც ნაწილობრივია აღიარებული როგორც ჭეშმარიტი სწავლება, მაგრამ ბედის ირონიით ისინი სულ სხვა ავტორებს მიანერეს. დიდება მაინც დემოკრიტეს ხვდა,

რადგან ის იყო პირველი ძველი და ახალი დროის ფილოსოფოს-თაგან, რომელმაც ნათლად გაიაზრა ბუნების ფიზიკური მოვლენების არსი და ფიზიკურ მეცნიერებათა საფუძველში ჩადო ისეთი სისტემა (მატერიალიზმი), რომელზედაც ჩვენი დროის უდიდესი ბუნებისმეტყველები აგებენ თავის გენიალურ სწავლებასა და აღმოჩენებს.

რა თქმა უნდა, სიმართლეა ისიც, რომ დემოკრიტეს ზოგიერთი წარმოდგენა მცდარი და არასწორია, მაგრამ მისი ფილოსოფიური საფუძველი – მისი ფილოსოფიური სწავლება სწორი მატერიალისტური მიმართულებისაა.

ზუსტად ასევე ციური სხეულების ორმხრივი *impetum* თავისი ცენტრისაკენ ძველი ფილოსოფოსების გაგებით არ წარმოადგენდა რაიმე განსაზღვრულს, კანონზომიერს, დამთავრებულს, მაგრამ ამ სწავლების ფილოსოფიური საფუძველები – ციური სხეულების ერთდროული მისწრაფება თავისივე ცენტრისაკენ და მისგან იმავდროულად სწრაფვა დაშორებისა რაიმე მიზეზის გარეშე, ე. ი. ძალის გარეშე, ხდება უფრო ნათელი და მისაღები ჩვენს ეპოქაში, როდესაც განვითარდა იდეა ურთიერთსაწინააღმდეგო მოძრაობათა ფორმების შესახებ.

ზემოაღწერილი იდეა წარმოადგენს სტიქიურად სწორ, უაღრესად დიალექტიკურ – მატერიალისტურ მიმართულებას. ჩვენს ეპოქაში ეს იდეა მეცნიერულად დაამუშავეს მარქსმა და ენგელსმა: „ყოველი მოძრაობის ძირითად ფორმას წარმოადგენს მიახლოება-დაშორება, მიზიდვა-განზიდვა და ა. შ.“.

თანამედროვე მექანიკის ენაზე მიზიდვა-განზიდვა, მიახლოება-დაშორება – **ეს რხევითი მოძრაობაა.**

ენგელსი თავის „ბუნების დიალექტიკაში“ წერს: „დიალექტიკის საფუძველზე შეიძლება ვინინასწარმეტყველოთ, რომ მატერიის ჭეშმარიტი თეორია ისეთივე მნიშვნელოვან ადგილს მიუჩენს განზიდვას, როგორც მიზიდვას. მხოლოდ მიზიდვაზე დაფუძნებული მატერიის თეორია მცდარია, არასაკმარისია და სანახევროა.“

ჰეგელი სრულიად სამართლიანად შენიშნავს, რომ მატერიის არსი – მიზიდვა და განზიდვაა. ზუსტად ასევე იხილავს მატერიის კანტი: „მატერია – ეს მიზიდვისა და განზიდვის ერთობლიობაა“.

მარქსმა გამოთქვა მოსაზრება, რომ ჩვენს მზის სისტემაში ელიფსი წარმოადგენს მოძრაობის ისეთ ფორმას, რომელშიც მიზიდვისა და განზიდვის წინააღმდეგობა ერთდროულად კიდევ ხორციელდება და კიდევ ინგრევა, ვინაიდან შეუძლებელია განაცალკეო ერთმანეთისაგან ერთი ციური სხეულის განუწყვეტელი ვარდნა მეორე სხეულზე მისივე უწყვეტი დაშორებისაგან.

მაგრამ ნიუტონის გენიალობა სწორედ იმაშია, რომ იგი იყო ერთ-ერთი პირველთაგანი, ვინც შეძლო ძველი სამყაროსა და წინა თაობების ბუნდოვანი წარმოდგენები „ციური სხეულების ბუნებრივი მისწრაფების შესახებ თავისივე ცენტრისაკენ“ ე. ი. ბუნებრივი მოძრაობა შეეცვალა გამონათქვამით „მიზიდულობის ძალა“; მაგრამ ამასთან ერთად განზე გასწია სალი დიალექტიკური მარცვალი – „განზიდვის იდეა“ და მის ნაცვლად წამოაყენა იდეა „ძალის პრიმატი ნივთიერებაზე“. ეს არცაა გასაკვირი. ნიუტონი ხომ თავისი ეპოქის შვილი გახლდათ. მეცნიერება მაშინ ეკლესიის მორჩილ მსახურს წარმოადგენდა. ამდენად პლანეტების ჭეშმარიტი ტრაექტორიების მითითება და სამყაროს აგებულებაც არ უნდა ყოფილიყო ახსნილი ბუნებრივი მოვლენებით „გონიერი ღვთიური სანყისის“ გარეშე.

მეორე მხრივ, მეცნიერებას ჯერ კიდევ არ გააჩნდა მექანიკის გამართული სისტემა, კერძოდ, არ იყო დამუშავებული რხევითი მოძრაობების კანონზომიერებათა საკითხები. ამდენად ნიუტონი არ შეჩერდა მოძრაობების ურთიერთსაწინააღმდეგო ფორმების იდეაზე – მიზიდვაზე და განზიდვაზე (ფაქტობრივად – რხევით მოძრაობაზე) ისე, რომ არ შემოეყვანა „სამყაროს ღვთიური შემოქმედი“, რის შესახებაც იგი წერს ბენტლის თავის ცნობილ წერილში.

მაგრამ, მართლაც, ისეთი გენიოსი უნდა ყოფილიყავი, როგორც იყო ნიუტონი, რომ იმ ეპოქაში წამოგეყენებინა თუნდაც ერთი რაციონალური მარცვალი – „მიზიდვის იდეა“, თუმცა ამ

იდეის მეორე დიალექტიკურად განუყოფელი ნაწილი – „განზიდვა“ მან დაუთმო „სამყაროს შემქმნელს“ – „პირველი ღვთიური ბიძგის“ შემოქმედს – ღმერთს. ამასთან აუკრძალა მას შემდგომი ჩარევა (ენგელსი, „ბუნების დიალექტიკა“).

მაშასადამე, „განზიდვის იდეა“ ნიუტონმა „პირველი ბიძგით“ შეცვალა და მას დაარქვა „ძალა“, მაგრამ ბუნებრივი სწორი გაგებით ეს იდეა არც დასმულა და არც გადაჭრილა არა იმიტომ რომ ნიუტონის გენია ამისათვის არასაკმარისად მძლავრი იყო, არამედ იმიტომ, რომ არსებული ფილოსოფიური წინასწარშექმნილი აზრი აღმოჩნდა ხელისშემშლელი ფაქტების სწორი ინტერპრეტაციისათვის. ყოველივე ამან გადანონა ნიუტონის თამამი აზროვნებაც და მისი უბადლო ინტუიციაც. დიდი პიროვნებები მხოლოდ იმ ამოცანებს ებმებიან, რომლებიც მათ წინაშე დააყენა თავისი ეპოქის ისტორიულმა განვითარებამ.

დიდმა გენიამ თავის მათემატიკურ განტოლებებში (2) ზუსტად ასახა მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობა, მაგრამ თავისი ეპოქის გავლენით აღნიშნულ განტოლებებს მიანერა არასწორი, მეტაფიზიკური ინტერპრეტაცია მიზიდვის ძალების სახით, მაშინ, როდესაც აღნიშნული განტოლებები ასახავენ ჭეშმარიტად დიალექტიკურ-მატერიალისტურ მიმართულებას – „მიზიდვა-განზიდვას“.

და როდესაც ნიუტონის შრომების შედეგად მეცნიერება თავისი განვითარების შემობრუნების პუნქტში სტიქიურად დიალექტიკურ-მატერიალისტური მიმართულების გზას დაადგა და შესაბამისი მათემატიკური განტოლებებიც უნაკლო და სწორი გახლდათ, შედეგმაც არ დაავიანა; მეცნიერება დაადგა ახალ გზას – პროგრესის გზას და ყოველივე ფიზიკის, ასტრონომიისა და ტექნიკის მძლავრი განვითარებით წარიმართა.

§5. პლანეტების გადატანითი და ფარდობითი მოძრაობების განსაზღვრა

მას შემდეგ, რაც ჩავატარეთ პლანეტების მოძრაობის ზემო-მოყვანილი დიფერენციალური განტოლებების (2) წინასწარი ანალიზი, განვიხილოთ გადატანითი და ფარდობითი მოძრაობები, განვსაზღვროთ პლანეტების მოძრაობის კანონები, ანუ დავადგინოთ, რა მოძრაობების ერთობლიობა ქმნის პლანეტის ორბიტას – კეპლერის ელიფსს; შემდეგ კი გავარკვიოთ რატომ აქვს პლანეტების ორბიტებს ელიპტიკური ფიგურა, რა არის ამის ფიზიკური მიზეზი? ციური და ანალიტიკური მექანიკის კურსებში ეს კითხვა შემდეგნაირად ფორმულირდება:

„სახელი შემონერს კონუსურ კვეთას – ელიფსს, მუდმივი სექტორალური სიჩქარით ამ ელიფსის ფოკუსის ირგვლივ; განვსაზღვროთ სიჩქარის და აჩქარების სიდიდე და მიმართულება; დავადგინოთ მოძრაობის სახე (იხ. სუსლოვი, „მექანიკა“, ტ. I).

კეპლერის ელიფსი შეიძლება წარმოვიდგინოთ სამი განტოლების საშუალებით, იმის მიხედვით, თუ კოორდინატთა რომელ სისტემას ავირჩევთ:

$$(A) x = a \cos E, y = b \sin E; \quad (B) x = r \cos \varphi, y = r \sin \varphi;$$
$$(C) x = R \cos \Theta, y = R \sin \Theta,$$

სადაც E – ექსცენტრული ანომალიაა;

φ – ჭეშმარიტი ანომალიაა;

r – რადიუს-ვექტორი ფოკუსიდან;

R – რადიუს-ვექტორი გეომეტრიული ცენტრიდან;

Θ – კუთხე R რადიუს-ვექტორსა და x ღერძს შორის.

ვინაიდან ორბიტის სახე და მისი სიბრტყეც სივრცეში ცვალებადია, ეს მოძრაობები (A, B, C), რომლებიც სიბრტყეში ხდება, არანაირად არ ასახავენ დროში მიმდინარე ცვლილებებს თვით ორბიტის ელემენტებში.

ციური მექანიკიდან ცნობილია, რომ პლანეტის ორბიტა განისაზღვრება ექვსი ელემენტით, რომელთაგან განვიხილავთ სამს: a – დიდი ნახევარღერძი, e – ექსცენტრისიტეტი და i – ორბიტის სიბრტყის დახრილობა ლაპლასის სიბრტყისადმი. დიდი ნახევარ-

ღერძი a არ განიცდის საუკუნოვან ცვლილებასაც კი, ექსცენტრისიტეტი e და დახრილობა i , სტოკუელის ცხრილის თანახმად განუწყვეტლივ იცვლებიან.

ეს ცხრილი, ლაგრანჟის, პუასონის, ლაპლასის, ლევარიესა და სტოკუელის კანონების თანახმად, გვიჩვენებს, რომ დედამიწის ორბიტის ამჟამინდელი ექსცენტრისიტეტი თუ 0,078-ის ტოლია კლებულობს და 24.000 წლის შემდეგ ნულს გაუტოლდება.

გამოდის, რომ დედამიწის ორბიტა თანდათანობით ელიფსის ფორმიდან წრეწირის ფორმისაკენ მიისწრაფვის და ბოლოს დებულობს კიდევ წრეწირის ფორმას. ამ შემთხვევაში ჩვენი პლანეტა იმოძრავებს უკვე წრიულად და ამასთან ერთად ეკლიპტიკის სიბრტყე ლაპლასის სიბრტყეს დაემთხვევა. ზუსტად იგივე პროცესები მოხდება სხვა პლანეტებისათვის, მხოლოდ განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ ექსცენტრისიტეტის პერიოდის ცვლილებები და დახრილობის კუთხე განსხვავებული იქნება (მეტი ან ნაკლები) ჩვენს პლანეტასთანშედარებით.

ძალიან დიდი პერიოდის შემდეგ ყოველი პლანეტის ექსცენტრისიტეტი დაიწყებს ზრდას, მიაღწევს მაქსიმუმს და კვლავ დაიწყებს შემცირებას და ა. შ. ერთდროულად პლანეტის ორბიტის სიბრტყე იწყებს ლაპლასის სიბრტყისაგან დაშორებას და ბოლოს დახრილობა ამ სიბრტყეთა შორის გახდება მაქსიმალური (ცხრილის შესაბამისად).

პლანეტის მოძრაობის სახის დასადგენად მისი ექსცენტრისიტეტისა და ორბიტის დახრილობის ამ საუკუნოვანი ცვლილებისას ყურადღება უნდა მიექცეს ერთ ფრიად მნიშვნელოვან გარემოებას, რომელიც დამტკიცდა ლაგრანჟისა და ლაპლასის მიერ, შემდგომში კი დადასტურდა პუასონის მიერ (უკვე მე-19 საუკუნეში) და მდგომარეობს იმაში, რომ პლანეტის ორბიტების დიდი ღერძების სიგრძე არ იცვლება საუკუნეების განმავლობაში ან თითქმის არ იცვლება. ეს ფრიად მნიშვნელოვანი გარემოება მიუთითებს იმაზე, რომ პლანეტა, შემოწერს რა წრეწირს, ლაპლასის სიბრტყიდან გამოსვლის შემდეგ მოძრაობს არა ხრახნისებურად ზემოთკენ სპირალზე, არამედ ერთი პერიოდის განმავლობაში უახლოვდება მას.

მაშასადამე, პლანეტა მოძრაობს წრეწირზე და ერთდროულად ირხევა ზევით და ქვევით ლაპლასის სიბრტყისაგან, რის შედეგადაც გამოდის ერთი ტრაექტორია – კეპლერის ელიფსი, როგორც მოძრაობის განსაკუთრებული მოვლენა, რაც მეტად საინტერესოა ჩვენი სივრცული წარმოდგენისათვის. ამ პროცესების შესწავლისას ჩვენ ხშირად ვერ ვამჩნევთ მათში მოძრაობების მრავალრიცხოვან მოვლენებს. ამდენად აუცილებელია ტრაექტორიის, სიჩქარისა და აჩქარების ცვლილებების კანონზომიერების დადგენა. მხოლოდ ამის შემდეგ აღმოვაჩინოთ, რომ ეს თავისთავად მიმდინარე პროცესი წარმოადგენს სხვას არაფერს, თუ არა მარტივი, სხვადასხვა სახის რხევების ჯამს.

აქედან ნათელია, რომ თეორიული ხასიათის კვლევებში ორბიტის სახე და მისი სიბრტყის მდებარეობა სივრცეში უნდა ფიქსირდებოდეს ლაპლასის მუდმივი სიბრტყიდან, რომელსაც მზის სისტემაში შედარებით მდგრადი და უცვლელი მიმართულება გააჩნია, პლანეტის მოძრაობის კანონი კი გამოვსახოთ არა ორი x და y კოორდინატით, არამედ სამით – x , y , z ; ამიტომ იმ მოძრაობებიდან, რომლებიც განსაზღვრავენ მოძრაობას სიბრტყეზე, საჭიროა გადავიდეთ სივრცულ მოძრაობაზე.

ვიპოვოთ პლანეტის სიჩქარე და აჩქარება.

პლანეტის სიჩქარე, თანახმად (A , B , C) კეპლერის ელიფსის განტოლებისა

$$\begin{aligned}x &= a \cos E, & y &= b \sin E \\x &= r \cos \varphi, & y &= r \sin \varphi, \\x &= R \cos \Theta, & y &= R \sin \Theta,\end{aligned}$$

ტოლია $v^2 = (E'a)^2 - (E'f \cos E)^2 = E'^2 r_1 r_2$, (5)

პოლარულ კოორდინატებში

$$\begin{aligned}v^2 &= (r')^2 + (r\varphi')^2 = E'^2 r_1 r_2, \\v^2 &= (R')^2 + (R\Theta')^2 = E'^2 r_1 r_2.\end{aligned}$$

გეომეტრიული სიჩქარე შესაძლებელია შემდეგი სახით გავოვსახოთ

$$\left. \begin{aligned} \vec{v} &= \vec{E'a} - \vec{E'f\cos E} \\ \vec{v} &= \vec{r'} + r\vec{\varphi'} \\ \vec{v} &= \vec{R'} + \vec{R\Theta'} \end{aligned} \right\} \quad (5a)$$

ვიპოვოთ პლანეტის G აჩქარება. თუ ავიღებთ მეორე წარმოებულს, მივიღებთ

$$G^2 = (x'')^2 + (y'')^2 + (z'')^2 = (E''A)^2 + (E'^2A)^2 - [(E''f\cos E)^2 + (E'^2f\sin E)^2 - 2E''E'^2f^2\sin E \cos E]. \quad (6)$$

პოლარულ კოორდინატებში

$$\begin{aligned} G^2 &= (r'' - r\varphi'^2)^2 + (r\varphi'' + 2r'\varphi')^2, \\ G^2 &= (R'' - R\Theta'^2)^2 + (R\Theta'' + 2R'\Theta')^2. \end{aligned}$$

გემეტრიულად აჩქარება (6) შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით:

$$\left. \begin{aligned} \vec{G} &= \vec{r'' - r\varphi'^2} + \vec{r\varphi'' + 2r'\varphi'} \\ \vec{G} &= \vec{R'' - R\Theta'^2} + \vec{R\Theta'' + 2R'\Theta'} \\ \vec{G} &= \vec{E''a} - (\vec{E''f\cos E} + \vec{E'^2f\sin E} - 2\vec{E''E'^2f\sin E}) - \vec{E'^2a} \end{aligned} \right\} \quad (6a)$$

(6) და (6a) ფორმულებს (3)-ის დახმარებით დავიყვანთ და მივიღებთ

$$G = -E'^2a. \quad (7)$$

ამ განტოლებებიდან ჩანს, რომ გვაქვს გადატანითი და ფარდობითი მოძრაობები, რასაც ველოდით კიდეც. ამ მოძრაობათა შეკრებით ვღებულობთ აბსოლუტურ მოძრაობას, ანუ კეპლერის ელიფსს მთელი თავისი თვისებებით.

მართლაცდა, განტოლებები (5) და (5a) გამოსახავენ აბსოლუტურ სიჩქარეს, როგორც გადატანითი და ფარდობითი სიჩქარეების გეომეტრიული (ვექტორული) ჯამის შედეგად მიღებულ სიჩქარეს.

ანალოგიური განტოლებები (6) და (6a) გამოსახავენ აბსოლუტური აჩქარების მნიშვნელობას. ისიც სამი აჩქარების გეომეტრიულ ჯამს წარმოადგენს: გადატანითის, ფარდობითისა და კორიოლისის, რომელთა მდგენელები გამოსახულნი არიან შესაბამის კოორდინატებში.

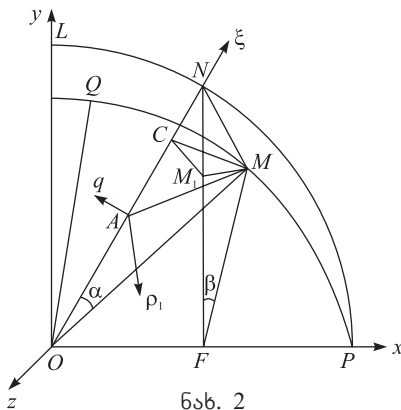
ასე რომ, ექვგარეშეა, პლანეტის სიჩქარე იკრიბება გადატანითი და ფარდობითი სიჩქარეთა შეკრების შედეგად, დიფერენციალური განტოლებები (2) კი, რომლებიც პლანეტის აბსოლუტურ აჩქარებას გამოსახავენ (იხ. ფორმულა 7) წარმოადგენენ სამი აჩქარების გეომეტრიულ ჯამს: გადატანითის, ფარდობითისა და კორიოლისის.

თუ გვაქვს აბსოლუტური მოძრაობის ტრაექტორია, სიჩქარე და აჩქარება და აგრეთვე, ფარდობითი და გადატანითი მოძრაობების სიჩქარე და აჩქარება, იოლად შევძლებთ როგორც გადატანითი, ასევე ფარდობითი მოძრაობების დადგენას, რაც იმას ნიშნავს, რომ ვიპოვიტ პლანეტების მოძრაობის კანონს.

ამისათვის განვიხილოთ (5), (5ა), (6) და (6ა). ყოველ გამოსახულებას ცალ-ცალკე მივანიჭოთ საკუთარი ფიზიკური მნიშვნელობა (მივაქციოთ ყურადღება აბსოლუტურ, გადატანით და ფარდობით სიჩქარესა და აჩქარებას, ავილოთ მათი ინტეგრალი და მოვახდინოთ შესაბამისი აგება სტოკუელის ცხრილის მიხედვით); შევამჩნევთ, რომ გადატანითი და ფარდობითი მოძრაობები ხდება ორ სხვადასხვა სიბრტყეში, რომლებიც იკვეთებიან ერთმანეთთან გარკვეული კუთხით (ფორმულა 5ა).

ამ დასკვნების მიღების შემდეგ ვირჩევთ ძირითად საკოორდინატო სიბრტყეს გადატანითი მოძრაობისათვის ანუ ლაპლასის

სიბრტყეს; ამ სიბრტყის გადაკვეთას ელიფსის სიბრტყესთან (A) ანუ აბსოლუტური მოძრაობის სიბრტყესთან ვირჩევთ x -ღერძის მიმართულებად და ამის შემდეგ შევძლებთ გადატანითი მოძრაობის კანონის დადგენას (5ა) და (6ა) ფორმულების საშუალებით და ნახ. 2 გამოყენებით



ნახ. 2

$$\left. \begin{aligned} OF=x_A &= a \cos E \\ NF=y_A &= a \sin E \\ z_A &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

მაშასადამე, გადატანითი მოძრაობა სრულდება XOY სიბრტყეში და წარმოადგენს პლანეტის ბრუნვას x -ღერძის მიმართ. გადატანითი მოძრაობის ქვეშ ვგულისმობთ გარემოს იმ წერტილის მოძრაობას, რომელსაც მოცემულ მომენტში ემთხვევა პლანეტა.

რადგან ფარდობითი მოძრაობის სიჩქარის მდგენელია $F'f \cos E$, მისი ინტეგრალი კი არის $f \sin E$, ნახ. (2)-დან ვასკვნით, რომ

$$NM^2 = ON^2 - OM^2 = a^2 - R^2 = f^2 \sin^2 E,$$

$$NM = f \sin E,$$

მაგრამ, მეორე მხრივ, მართკუთხა სამკუთხედიდან NMO გვაქვს

$$NM = A \sin \alpha,$$

სადაც

$$\alpha = \angle NOM, \quad (9)$$

ამიტომ,

$$\sin \alpha = e \sin E,$$

ამ მონაცემებიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ფარდობითი მოძრაობა ხდება ONM სიბრტყეში, რომელიც მუდმივად რჩება აბსოლუტური მოძრაობის $OPMQO$ სიბრტყის პერპენდიკულარული და XOY სიბრტყესთან ქმნის ცვლად კუთხეს.

თვით $OPMQO$ სიბრტყე დახრილია XOY გადატანითი მოძრაობის სიბრტყისადმი მუდმივი $\beta = \angle QOL$ კუთხით, ამიტომ

$$OQ = OL \cos \beta, \text{ ე. ი. } b = a \cos \beta. \quad (9a)$$

ფარდობითი მოძრაობა მივაკუთვნოთ საკოორდინატო სისტემას $A\xi\zeta$ (ნახ. 2), მაშინ განტოლება, რომელიც გამობატავს ფარდობითი მოძრაობის კანონს, იქნება:

$$AC = \xi = \frac{a}{2} \cos 2\alpha, \quad \eta = 0, \quad CM = \zeta = \frac{a}{2} \sin 2\alpha \quad (10)$$

თანაც ღერძი AZ გადაადგილდება და მდებარეობს XOY სიბრტყეში, ღერძი AZ კი გადაადგილდება რა გადატანითი მოძრაობის დროს, ყოველთვის თავისივე პარალელური რჩება, ე.ი. აბსოლუტური მოძრაობის $POQMP$ სიბრტყის პერპენდიკულარულია.

ზოგადად ვღებულობთ:

პლანეტა ბრუნავს OZ ღერძის მიმართ XOY სიბრტყეში, ანუ ლაპლასის სიბრტყეში (ფორმულა 8) და ამავე დროს ირხევა ქანქარისებური მოძრაობით MON სიბრტყეში (ფორმულა 10), რხევითი მოძრაობების კანონების თანახმად რხევების სიბრტყე რჩება უცვლელი და იძულებითი რხევების პერიოდი (პირველი მიახლოებით) ტოლი რჩება ძირითადი ბრუნვის პერიოდისა.

თუ გადატანითი მოძრაობა (8)-ს შევკრებთ რხევით მოძრაობა (10)-თან, მივიღებთ კეპლერის ელიფსს PQM მთელი თავისი თვისებებით სიჩქარისათვის, აჩქარებისათვის და ა. შ. (იხ. თავი III, კეპლერის ელიფსის აგება).

აბსოლუტური სიჩქარე ტოლია გადატანითი და ფარდობითი სიჩქარეების გეომეტრიული ჯამისა (ფორმულა 5ა). აბსოლუტური აჩქარება კი ტოლია სამი აჩქარების გეომეტრიული ჯამისა: გადატანითის, ფარდობითისა და კორიოლისისა (ფორმულები 6 და 6ა).

როგორც სხვა მონაცემებიდან ჩანს, გადატანითი მოძრაობა, რომელიც წარმოადგენს პლანეტის ბრუნვას OZ ღერძის მიმართ ლაპლასის სიბრტყეში, მიიღება ორი ძირითადი რხევითი მოძრაობის შეკრების შედეგად ქანქარისებურ მოძრაობასთან; ამდენად, ფურიეს თეორემის თანახმად, მზის სისტემის პლანეტების პერიოდული მოძრაობებისაგან ვღებულობთ რხევით მოძრაობებს (ფორმულები 8 და 10), რომელთა შეკრების შედეგად ვღებულობთ კეპლერის მოძრაობას.

ვინაიდან პლანეტის მოძრაობისას, ფორმულა (8)-ის თანახმად ბრუნვის ღერძს შეუძლია თავისუფლად შეიცვალოს თავისი მიმართულება (იგი არაა დამაგრებული) და, როგორც მექანიკიდანაა ცნობილი, გარე ძალები ე. ი. კავშირები, გამოსახულნი ფორმულა (10)-ით და დროისაგან დამოუკიდებელნი, თანახმად

სტოკუელის ცხრილისა პირველი მიახლოებით უნდა იწვევდნენ არა მხოლოდ გადატანითი მოძრაობის სიბრტყის რხევებს X ლერძის მიმართ, არამედ მეორე მიახლოებით უნდა იწვევდნენ თვით ორბიტის გარკვეულ გამრუდებას.

§6. აჩქარების მიმართულება და მისი გამოსახვა კუთხური და სექტორული სიჩქარეებით

აჩქარების მიმართულება განისაზღვრება ფორმულებით:

$$\cos(Gx) = -\frac{G_x}{G} = -\frac{a \cos E - ae}{r},$$

$$\cos(Gy) = -\frac{G_y}{G} = -\frac{b \sin E}{r},$$

რადგან

$$G_x = -E'' a \sin E - E'^2 a \cos E,$$

$$G_y = -E'' a \cos E - E'^2 a \sin E,$$

და

$$G = -E'^2 a.$$

თანახმად ელიფსის განტოლებისა, შეიძლება დაინეროს:

$$x = a \cos E - ae, \quad y = b \sin E$$

ან

$$x = r \cos \varphi, \quad y = r \sin \varphi,$$

საიდანაც

$$\cos \varphi = \frac{a \cos E - ae}{r}, \quad \sin \varphi = \frac{b \sin E}{r},$$

მაშინ

$$\cos(Gx) = \cos(rx) \quad \text{და} \quad \cos(Gy) = \cos(ry),$$

საიდანაც ვასკვნით, რომ აჩქარება მიმართულია ფოკუსისაკენ და სიდიდით ტოლია (იხ. ფორმულა 7):

$$G = -E'^2 a.$$

აქ აუცილებლად ვთვლით ფორმულა (7)-ის მცირე განმარტების მოყვანას, რომლიდანაც ზოგჯერ არასწორ დასკვნას ღებულობენ ჩვენ მიერ მიღებულ აბსოლუტურ აჩქარების მნიშვნელობაში, რომელიც ფორმულა (7)-ის სახითაა გამოსახული, ჩავსვათ მნიშვნელობა

$$E' = n \frac{1}{1 - e \cos E},$$

მივიღებთ

$$G = -E'^2 a = -n^2 \rho,$$

სადაც n – საშუალო სადღელამისო მოძრაობაა

$$\rho = \frac{a}{(1 - e \cos E)^2}$$

თუ ამ ფორმულაში ჩავსვამთ კუთხური სიჩქარის მნიშვნელობას

$$E' = \frac{2K}{br},$$

მივიღებთ

$$G = -E'^2 a = -\mu^2 \frac{1}{r^2} = -n^2 \rho, \quad (11)$$

რომელშიდაც $\mu^2 = \frac{4k^2}{b^2} a = \text{const}$ ყოველი პლანეტისთვის.

გამოდის, რომ აჩქარება პირდაპირპროპორციულია მანძილისა, როდესაც იგი გამოსახულია კუთხური სიჩქარით და უკუპროპორციულია მანძილის კვადრატისა, როდესაც იგი (აჩქარება) გამოსახულია სექტორული სიჩქარით.

ასეთ გამოსახულებებს ხშირად ვხვდებით ფიზიკის სხვადასხვა კურსში; მაგალითად, ცენტრისკენული აჩქარებისათვის, რომელიც მონაცემთა სახის მიხედვით ხან პირდაპირპროპორციულია მანძილისა, ხან კი მისი უკუპროპორციულია (იხ. სოკოლოვი, „ფიზიკის მეთოდიკა“).

ყველა ამ გამოსახულებას (5ა), (6ა) და (11) აქვთ თავისი ფიზიკური აზრი და მკაფიოდ გამოხატავენ ფიზიკურ კანონზომიერებას. მაგალითისთვის განვიხილოთ ელიფსი, რომელიც მიღებულია მოძრაობათა ჰარმონიული რხევების შეკრების შედეგად და მეორე მხრივ – კეპლერის ელიფსს.

ჩამოწეროთ მანძილის, სიჩქარის და აჩქარების ფორმულები და შევადაროთ ისინი ერთმანეთს:

**ჰარმონიული რხევების
კეპლერის ელიფსი**

განტოლება

$$x = a \cos \Omega t, \quad y = b \sin \Omega t$$

კუთხური სიჩქარე

$$\Omega = \frac{2K}{ab}$$

სიჩქარე

$$v = \Omega \sqrt{r_1 r_2} = \Omega \lambda,$$

სადაც

$$\lambda = a \sqrt{1 - e^2 \cos^2 \Omega t}$$

აჩქარება

$$G = -\Omega^2 R = -\mu^2 \frac{1}{L^2}$$

სადაც

$$R = a \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \Omega t} \quad \text{და}$$

$$L^2 = \frac{a^2}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \Omega t}}$$

$$\frac{a_1^3}{a_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2} \quad \text{და} \quad \frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2} =$$

$$= \frac{m^2}{4\pi^2} = \text{const},$$

სადაც n – საშუალო სადღელამისო მოძრაობაა და

$$\mu^2 = \frac{4k^2}{b^2} a = \text{const}$$

ყველა პლანეტისათვის.

აღნიშნული ფორმულები, რომლებიც სისტემის მდგომარეობის კინემატიკურ მნიშვნელობებს ახასიათებენ, თავისი კანონზომიერებებით ერთმანეთისაგან არ გაირჩევიან: ორივე შემთხვევაში მანძილები, სიჩქარეები და აჩქარებები გამოსახებიან ერთი და იმავე მნიშვნელობებით და ერთი და იმავე კანონზომიერებებს ემორჩილებიან.

კეპლერის ელიფსი

განტოლება

$$x = a \cos E, \quad y = b \sin E,$$

სადაც $E = nt + \sin a$.

კუთხური სიჩქარე

$$E' = \frac{2K}{ab} \cdot \frac{1}{1 - e \cos E} = n \frac{1}{1 - e \cos E}$$

სიჩქარე

$$v = E' \sqrt{r_1 r_2} = nt,$$

სადაც

$$l = a \sqrt{\frac{1 + e \cos E}{1 - e \cos E}}$$

აჩქარება

$$G = -n^2 \rho = -\mu^2 \frac{1}{r^2},$$

სადაც

$$\rho = \frac{a}{(1 - e \cos E)^2} \quad \text{და}$$

$$r^2 = a^2 (1 - e \cos E)^2$$

$$\frac{a_1^3}{a_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2} \quad \text{და} \quad \frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2} =$$

$$= \frac{m^2}{4\pi^2} = \text{const},$$

მათემატიკური განტოლებების ასეთი მსგავსება წარმოადგენს ამ ბუნებრივი მოძრაობების ობიექტური ერთიანობის არსებობას. ჰარმონიული რხევითი მოძრაობის ელიფსში და კეპლერის ელიფსშიც აჩქარებები უკუპროპორციულნი არიან მანძილის კვადრატისა, როცა ისინი გამოსახულნი არიან სექტორალური სიჩქარით და პირდაპირპროპორციულნი არიან შესაბამისი მანძილებისა, როდესაც ისინი (აჩქარებები) გამოსახულნი არიან კუთხური სიჩქარით.

მაშასადამე, მტკიცება რომ პლანეტის აჩქარება უკუპროპორციულია მანძილის კვადრატისა, ისევე მართებულია, როგორც მტკიცება, რომ იგი პირდაპირპროპორციულია მანძილისა, იმისდა მიხედვით, რომელი მნიშვნელობითაა იგი გამოსახული.

ამრიგად, დიფერენციალური განტოლებები (2), რომლებიც მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობის კანონს განსაზღვრავენ, დროის ნებისმიერ მომენტში შეიძლება დავახასიათოთ რხევითი მოძრაობის ამკარა სპეციფიკური ნიშან-თვისებებით.

§7. პლანეტის გადატანითი და ფარდობითი მოძრაობები პოლარულ კოორდინატაში

უფრო მეტი დამაჯერებლობისათვის განვიხილოთ კეპლერის ელიფსი პოლარულ კოორდინატებში:

$$x = r \cos \varphi, \quad y = r \sin \varphi, \quad (12)$$

სადაც r – რადიუს-ვექტორია, φ – ქეშმარიტი ანომალიაა.

თუ ავიღებთ სიჩქარისა და აჩქარების პროექციებს პოლარული კოორდინატების ღერძზე და იმასაც გავიხსენებთ, რომ აბსოლუტური სიჩქარე ტოლია იმ პარალელოგრამის დიაგონალისა, რომელიც აგებულია გადატანითი და ფარდობითი სიჩქარეების შეკრების შედეგად, აბსოლუტური აჩქარება კი წარმოადგენს სამი აჩქარების გეომეტრიულ, ანუ ვექტორულ ჯამს, ჩვენ შეგვიძლია დავწეროთ, რომ

$$v^2=(r')^2+(r\varphi')^2 \text{ და } G^2=(r''-r\varphi'^2)^2+(r\varphi''+2r'\varphi')^2 \quad (13)$$

სადაც $r\varphi'$ – გადატანითი სიჩქარეა და მიმართულია φ ღერძის გასწვრივ. ამ სიჩქარეს ზოგჯერ ტრანსვერსალურ სიჩქარეს უწოდებენ;

r – ფარდობითი სიჩქარეა და მიმართულია r ღერძის გასწვრივ. ზოგჯერ ამ სიჩქარეს რადიალურს უწოდებენ;

$r\varphi''$ – გადატანითი აჩქარების ტანგენციალური მდგენელია და მიმართულია φ ღერძის გასწვრივ;

$r\varphi'^2$ – გადატანითი აჩქარების ნორმალური მდგენელია და მიმართულია r ღერძის უარყოფით მხარეს;

r'' – ფარდობითი აჩქარებაა და მიმართულია r ღერძის გასწვრივ;

$2r'\varphi'$ – კორიოლისის აჩქარებაა და მიმართულია φ ღერძის გასწვრივ.

თუ შესაბამის მნიშვნელობებს შევიტანთ ფორმულა (13)-ში, მივიღებთ

$$v^2=(r')^2+(r\varphi')^2=(E'a)^2-(E'f\cos E)^2=E'^2r_1r_2.$$

როგორც უკვე ვნახეთ (იხ. ფორმულა 5), სიჩქარისათვის ისევე ის მნიშვნელობა მივიღეთ და მისი მდგენელებიც იგივეა.

იმავე შედეგს ვღებულობთ აჩქარებისთვის

$$G=\sqrt{(r''-r\varphi'^2)^2+(r\varphi''+2r'\varphi')^2}=-E'^2a=-n^2\rho=-\mu^2\frac{1}{r^2},$$

სადაც n – საშუალო სადღეღამისო მოძრაობაა და

$$\rho=\frac{1}{(1-e\cos E)^2}.$$

მსოფლიო მიზიდულობის კანონის ყველა მათემატიკური დამტკიცება, რა სახითაც არ უნდა იყვნენ ისინი წარმოდგენილნი, ბოლოს ძირითადად შემდეგ განტოლებებზე დაიყვანება

$$G^2=(r''-r\varphi'^2)^2+(r\varphi''+2r'\varphi')^2 \quad (14)$$

ან გეომეტრიული ფორმით

$$\vec{G}=\vec{r''-r\varphi'^2}+\vec{r\varphi''+2r'\varphi'}.$$

სადაც G – პლანეტის სრული აჩქარებაა მისი მზის ირგვლივ ბრუნვისას;

$r''-r\varphi'^2$ – აჩქარების ის მდგენელია, რომელიც რადიუს-ვექტორის გასწვრივაა მიმართული, ანუ რადიალური აჩქარებაა;
 $r\varphi''+2r'\varphi'$ – რადიუს-ვექტორისადმი პერპენდიკულარული აჩქარებაა, ანუ ტრანსვერსალური აჩქარებაა (გადატანით), (იხ. ბუხგოლცი, „მექანიკა“).

აღნიშნული ფორმულები გამოსახვენ აჩქარების w_r რადიალური მდგენლისა და w_p ტრანსვერსალური მდგენლების მნიშვნელობებს:

$$w_r=r''-r\varphi'^2 \text{ და } w_p=r\varphi''+2r'\varphi'$$

ამასთან $w_p=0$.

„ასე რომ, მზის ირგვლივ პლანეტის მოძრაობისას მასზე მოქმედებს მხოლოდ რადიალური აჩქარება, ე. ი. ძალა, რომელიც მოქმედებს პლანეტაზე, ყოველთვის მიმართულია მზის ცენტრისაკენ“ (პოპოვი, ბაევი, „ასტრონომია“).

ასეთი დასკვნა ვერ უძლებს ვერავითარ კრიტიკას. მსგავსი გონებაჭვრეტითი გამონაგონები ვნებს დადებით მეცნიერებათა წარმატებებს. ასეთ აზრებს ხშირად მოისმენთ პოპულარული ასტრონომიისა და ფიზიკის ლექციებზე; ეს აზრები სალდება როგორც ჭეშმარიტება და მათგან გამომდინარე დასკვნები მიიღება ყოველგვარი შესწორების გარეშე, უსიტყვოდ, როგორც უეჭველი ფაქტი.

მართლაცდა, რას წარმოადგენენ მნიშვნელობები

$$w_r=r''-r\varphi'^2 \text{ და } w_p=r\varphi''+2r'\varphi'$$

ისინი მოძრავი სხეულის აჩქარების ვექტორის პროექციებია პოლარული კოორდინატების ღერძებზე (იხ. ნიკოლაი, „თეორიული მექანიკის ლექციები“), მაშინ, როდესაც ნამდვილი აჩქარების ვექტორები შეიძლება სხვა და თანაც სხვადასხვა სიბრტყეში მდებარეობდნენ.

„უფრო ზუსტად რომ ვთქვათ, R -ით ჩვენ აღვნიშნეთ აჩქარების პროექცია μ ღერძზე პოლარულ კოორდინატებში (იხ. სუსლოვი, „ანალიტიკური მექანიკა“).

თუ ჩვენ შევძლებთ მექანიკის კანონების საფუძველზე დაყრდნობით ნამდვილი აჩქარების w_r და w_p პროექციების გამოთვლას, მაშინ გვეცოდინება თვით აჩქარების სიდიდეც და მიმართულებაც.

მეორე მხრივ, თუ განვიხილავთ $w_r = r'' - r\dot{\varphi}^2$ -ის მნიშვნელობებს, შევამჩნევთ, რომ ეს პროექცია, ალბულის რადიუს-ვექტორის გასწვრივ, წარმოადგენს ორი აჩქარების ტოლქმედს:

ფარდობითი აჩქარებისა, რომლის r'' პროექცია მიმართულია r ღერძის გასწვრივ და გადატანითი აჩქარების ნორმალური მდგენლისა, რომლის პროექცია $r\dot{\varphi}^2$ მიმართულია r ღერძის უარყოფით მხარეს (ბრუნვის ცენტრისაკენ) (იხ. ნიკოლაი, „თეორიული მექანიკის ლექციები“).

ამდენად, იმის მტკიცება, რომ ორი აჩქარების (ფარდობითი აჩქარებისა და გადატანითი აჩქარების ნორმალური მდგენლისა, რომლებიც შეიძლება სხვადასხვა სიბრტყეში მდებარეობდნენ) ტოლქმედის პროექცია გამოწვეულია მზის მიზიდულობის ძალით, შეუძლიათ მხოლოდ იმ პირებს, რომლებიც არასოდეს არ უყურებენ მოვლენებს იმ მხრიდან, საიდანაც მომდინარეობენ ისინი, მათ სურთ ეს მოვლენები დაუკავშირონ მიზიდულობის თეორიის წინასწარაკვიატებულ ცნებებს.

თვით ნიუტონისეულ თეორიულ მექანიკას არ ძალუძს იმ ფაქტის უგულებელყოფა, რომ მზის მიზიდულობის ცენტრალური ძალა, რომელიც აჩქარების მიზეზს წარმოადგენს, სადაც ეს აჩქარება მანძილის კვადრატის უკუპროპორციულია, არის „ასე ვთქვათ“ ორი ძალის ტოლქმედი: ცენტრალური ძალისა და რაღაც დამატებითი ძალისა.

„ეს განტოლება გვიჩვენებს, რომ ცენტრალური ძალების შემთხვევაში წერტილის ფარდობითი მოძრაობა რადიუს-ვექტორის გასწვრივ ხდება „ასე ვთქვათ“ ორი ძალის – F ძალისა და რაღაც დამატებითი $m \frac{c^2}{r^3}$ ძალის ზემოქმედებით“ (იხ. ბუხგოლცი, „მექანიკა“ ტ. 1, თავი 6, §5).

სამწუხაროდ, არსად არ არის მითითებული, თუ რას წარმოადგენს ეს დამატებითი ძალა $m \frac{c^2}{r^3}$. მისი პოვნა ადვილია. ვიცით, რომ $\frac{c^2}{r^3} = \frac{r^4 \varphi'^2}{r^3} = r \varphi'^2 = r \varphi'^2$, ეს კი, როგორც ადრე განვმარტეთ, გადატანითი აჩქარების ნორმალური მდგენელია და იგი მიმართულია r ღერძის უარყოფითი მხარისკენ, ბრუნვის ცენტრისაკენ.

მაშასადამე, გამოდის, რომ გარკვეული ტოლქმედი ვექტორის პროექცია, რომელიც მიიღება ორი მდგენელი ვექტორისაგან: $m r \varphi'^2$ – გადატანითი მოძრაობისა და $m r''$ – ფარდობითი მოძრაობისაგან, წარმოადგენს მზის მიზიდულობის ძალას!!

ორი ძალის ტოლქმედი (და კიდევ მისი პროექცია) არასოდეს არ შეიძლება წარმოადგენდეს ცენტრალურ მოქმედ ძალას, იგი რეალურად არ არსებობს, როგორც ცენტრალური ერთეული მოქმედი ძალა; რეალურად არსებობს მდგენელი ძალები, მათი ტოლქმედი მხოლოდ ამ ძალების ერთობლივი მოქმედების მნიშვნელობასა და მიმართულებას გამოხატავს. ასეთი მდგენელი ძალები შეიძლება იყოს ორიც და რამდენიმეც. ე. ი. ტოლქმედი გამოსახავს საერთო ძალების მოქმედებას.

ტოლქმედი ძალა, როგორც მოქმედი ერთეული ძალა არ არსებობს, ერთეული ძალა ცალკეულის არსია; აქედან გამომდინარე, არც მიზიდულობის ძალა არსებობს, როგორც მზის მოქმედების ერთეული ძალა.

„ზოგადი მხოლოდ ცალკეულში არსებობს, ცალკეულის საშუალებით... ყოველი ზოგადი არის ცალკეულის ნაწილაკი, ცალკეულის მხარე“ (ლენინი, „ფილოსოფიური რვეულები“).

არანაკლებ მცდარია მტკიცება, რომ აჩქარების ტრანსვერსალური მდგენელი

$$w_p = r \varphi'' + 2r' \varphi'$$

გამოსახავს ინერციითი მოძრაობას. ჩვენთვის ხომ კარგადაა ცნობილი, რომ $r \varphi''$ არის გადატანითი აჩქარების ტანგენციალური მდგენლის პროექცია და $2r' \varphi'$ – კორიოლისის აჩქარებაა.

ეს ორი ვექტორი ($r\phi'$ და $2r'\phi'$) თანახმად „ქმედებისა და უკუქმედების“ კანონისა არჩეულ საკოორდინატო სისტემაში ყოველთვის ტოლი და საწინააღმდეგოდ მიმართულნი არიან. ასე რომ, w_p წარმოადგენს ორი ტოლი და ურთიერთსაწინააღმდეგოდ მიმართული აჩქარების ტოლქმედის პროექციას და ვერც ერთ შემთხვევაში ვერ გამოდგება, როგორც ინერციით მოძრაობის ამსახველი.

კორიოლისის აჩქარებისა და გადატანითი მოძრაობის ტანგენციალური მდგენლის არსებობა გვიჩვენებს, რომ გარდა მიზიდულობის ძალისა, როგორც ეს ნიუტონის მექანიკაშია მიღებული, კიდევ უნდა არსებობდეს რაღაც სხვა ძალაც (იხ. ბუზგოლცი, „მექანიკა“).

მაშასადამე, ფორმულა (13) გვიჩვენებს, რომ პლანეტების მოძრაობისას მზის ირგვლივ ადგილი აქვს ორ მოძრაობას – გადატანითსა და ფარდობითს. მათი აჩქარების ტოლქმედი მიმართულია ბრუნვის ცენტრისაკენ, ანუ ფოკუსისაკენ.

გადატანით მოძრაობას სიჩქარისა და აჩქარებისათვის გააჩნიათ განსაზღვრული პროექციები პოლარული კოორდინატების ღერძებზე: $r\phi'$; $r\phi''$ და $r\phi'^2$. ფარდობით მოძრაობასაც აქვს სიჩქარისა და აჩქარებისათვის განსაზღვრული პროექციები პოლარული კოორდინატების ღერძებზე. ესენია: r' და r'' .

მაშასადამე, მცდარი იქნება თუ ვიტყვით, რომ ნამდვილი აჩქარების ვექტორები ორივე ამ მოძრაობისათვის (გადატანითისა და ფარდობითისა) ერთ სიბრტყეში მდებარეობენო, პირიქით, აქ გარკვევით შეიძლება ითქვას, რომ ზემოდასახელებული ვექტორების პროექციები სწორედ იმ სიბრტყეში მდებარეობს, რომელშიდაც ვაპროექცირებთ მათ ჩვენ; თვით ვექტორები (ანუ მოძრაობანი), როგორც უკვე ითქვა ამის შესახებ, სხვა და განსხვავებულ სიბრტყეშიც კი მდებარეობს: პირველი XOY სიბრტყეში, მეორე კი – NOM სიბრტყეში (იხ. ნახ. 2).

აღნიშნული განტოლებები ნიშნავს იმას, რომ გადატანითი მოძრაობა წარმოადგენს კოორდინატების სათავეზე გამავალი ღერძის ირგვლივ მოძრაობას და

პერიოდულ მოძრაობას წარმოადგენს. იგი რხევითი მოძრაობაა, მაგრამ ინერციული მოძრაობა არაა. ფარდობითი მოძრაობა – პერიოდული მოძრაობაა, რხევითი მოძრაობაა, მაგრამ არა მიზიდულობისა.

აღმოჩნდა, რომ პლანეტების ორბიტების ელიპტიკური ფიგურის მიზეზი მატერიის ერთი ზოგადი თვისების გარდაუვალი შედეგია. ამას ჩვენ ვხედავთ, ვიცით ამის შესახებ, მაგრამ არ ვაქცევთ მას ყურადღებას. არ ვაქცევთ იმიტომ რომ, ის ძალიან მარტივია. ეს – ელექტრონების, ატომების, მოლეკულებისა და სხეულების რხევითი მოძრაობებია.

ჩვენ მომსწრე ვართ ეგრეთწოდებული „ელექტრული სითხის“ თეორიის, „მაგნიტური სითხის“, „სითბომბადის“ თეორიების ჯერ აღორძინებისა და შემდეგ კი უკვალოდ გაქრობისა. ჩვენ მომავალში მზის მიზიდულობის ძალის თეორიის გაქრობის მონმენიც აღმოვჩნდებით. დღეს ამ თეორიაზე დამყარებულია ყოველივე, და რამსაისა და ოსტვალდის სიტყვებით რომ ვთქვათ, ეს თეორია აგერ უკვე 300 წლის განმავლობაში ბოჭავს მეცნიერებას (იხ. რამსაი, ოსტვალდი, „ქიმიის ისტორიიდან“).

ანალოგიურად კეპლერის ელიფსის განტოლებისათვის გვაქვს:

$$x=R\cos\Theta \quad y=R\sin\Theta$$

სადაც R – გეომეტრიული ცენტრის რადიუს-ვექტორია.

$$v^2=(R\Theta')^2+(R')^2=E'^2r_1r_2 \quad \text{и} \quad G^2=(R''-R\Theta'')^2+(R\Theta''+2R'\Theta')^2=(E'^2a)^2.$$

ამ შემთხვევაში გადატანითი და ფარდობითი მოძრაობების პროეცირება იმავე სიბრტყეზე ხდება, მაგრამ სიჩქარისა და აჩქარების ტოლქმედების პროექციას პოლარული კოორდინატების R და Θ ღერძებზე ვღებულობთ.

ზუსტად ასევე R'' წარმოადგენს ფარდობითი მოძრაობის აჩქარებას და იგი მიმართულია R რადიუსის გასწვრივ, და $R\Theta''$ – გადატანითი მოძრაობის აჩქარებაა, რომელიც აგრეთვე R რადიუსის გასწვრივ არის მიმართული. ანალოგიურად $R\Theta''$ – გადატანითი აჩქარების ტანგენციალური მდგენელია და $2R'\Theta'$ – კორიოლისის აჩქარებაა.

ამ კოორდინატულ სისტემაში გადატანითი აჩქარების ტანგენციალური მდგენელი $R\Theta'$ არ ემთხვევა კოროლისის აჩქარებას $2R'\Theta'$ არც სიდიდით და არც მიმართულებით.

ყველა ამ აჩქარების ტოლქმედი არის სწორედ პლანეტის ორბიტალური აჩქარება, რომელიც მიმართულია ელიფსის ფოკუსისაკენ

$$G = -E'^2 a.$$

სრულიად არასწორია მტკიცება, როგორც ამ შემთხვევისთვის, ისევე ზემომოყვანილი შემთხვევისათვის (იხ. ფორმულა 13), რომ ეს აჩქარებები გამონვეულია მზის მიზიდულობის ძალით, მხოლოდ იმის გამო, რომ აჩქარების მოცემული ვექტორები აჩქარების ნამდვილი ვექტორების მხოლოდ პროექციებს წარმოადგენენ, მათი ტოლქმედი კი ორი მოძრაობის აჩქარებათა ტოლქმედის პროექციაა, როდესაც ეს მოძრაობები ხდება სხვადასხვა სიბრტყეში.

ნათელია, რომ თვით ტოლქმედი, ასევე მისი პროექციაც მხოლოდ გეომეტრიული წარმოდგენაა და პირობითი ასახვაა, ის აჩქარების ვექტორის მხოლოდ რაღაც სიმბოლოა (ძალა ნიუტონისეულად), რეალურად არარსებულია, როგორც ცალკეული ერთეული, ყოველგვარი კავშირის გარეშე. ერთეულებს კი მივყავართ ზოგადისაკენ.

მაშასადამე, პლანეტების მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები (2) წარმოადგენს რხევათა მოძრაობების აჩქარებების გარკვეული შეკრების რეზულტატს – ეს მოძრაობებია გადატანითი და ფარდობითი და ისინი განსხვავებულ სიბრტყეში წარმოებს.

ამ მოძრაობათა შეკრება იძლევა კეპლერის ელიფსს (პლანეტების ორბიტა) მთელი თავისი დამახასიათებელი თვისებებით მანძილისათვის, სიჩქარისათვის, აჩქარებისათვის და კუთხური სიჩქარისათვის. გადატანითი მოძრაობა წარმოადგენს პლანეტის ბრუნვას უძრავი ღერძის ირგვლივ (იგი ორი ძირითადი რხევითი მოძრაობის შეკრების შედეგს წარმოადგენს); ფარდობითი მოძრაობა კი ქანქარისებურ რხევას წარმოადგენს, რომლის პე-

რიოდი ტოლია ბრუნვის პერიოდისა (ზღვარში). რხევის სიბრტყე აქ უცვლელი რჩება.

ასე რომ, მთელი მათემატიკური სიმკაცრით მტკიცდება და დიალექტიკური თვალთახედვითაც დასტურდება, რომ მზის სისტემის არსებობის პროცესი შესაძლებელია რხევათა მოძრაობების თეორიის საფუძველზე, ანუ მიზიდვისა და განზიდვის ურთიერთქმედებათა ერთობლიობის საფუძველზე.

მხოლოდ ნიუტონის მიზიდულობით, განზიდვის გარეშე, შეუძლებელია სამყაროს სურათის აღწერა – მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობა. ეს არც მათემატიკური და არც იდეოლოგიური მიდგომითაა შესაძლებელი.

თუ §§3, 5 და 6 განხილულს გავითვალისწინებთ მათში გამოთქმულ მათემატიკურ, ასევე ფიზიკურ თვალსაზრისთან ერთად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობა რხევითი მოძრაობების ტიპურ მაგალითს წარმოადგენს.

§8. ფარდობითი მოძრაობა და ორბიტის სახე

როგორც თეორიული მექანიკიდანაა ცნობილი, კეპლერის მოძრაობის ორბიტის ფორმა სავსებით განისაზღვრება მოძრაი ნერტილის სრული E ენერჯიის ნიშნით:

$$E = -\mu^2 \frac{m}{2a} = \frac{mv^2}{2} - \mu^2 \frac{m}{r} = \text{const} \quad (15)$$

(იხ. ეიხენვალდი, „თეორიული ფიზიკა“, ნაწ. II).

თუ მოვახდენთ შესაბამის გარდაქმნას, გამოვიტანთ შემდეგ დასკვნას:

„რადიუს-ვექტორი და პლანეტის სიჩქარის აბსოლუტური მნიშვნელობა დროის რომელიმე მომენტში განსაზღვრავენ ორბიტის დიდ ნახევარღერძს“ შემდეგი ფორმულის თანახმად:

$$s^2 = E^2 r_1 r_2 = \mu^2 \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)$$

(იხ. სუბოტინი, „ციური მექანიკა“).

როდესაც $s^2 = \mu^2 \frac{1}{a}$, $e=0$ – ორბიტა წრენირია,

როდესაც $s^2 = \mu^2 \frac{2}{r}$, $e=1$ – ორბიტა პარაბოლაა,

როდესაც $s^2 < \mu^2 \frac{2}{r}$, $e < 1$ – ორბიტა ელიფსია,

როდესაც $s^2 > \mu^2 \frac{2}{r}$, $e > 1$ – ორბიტა ჰიპერბოლაა.

მაშასადამე, ორბიტის სახეს უკავშირებენ პლანეტის სიჩქარეს. უფრო სწორი იქნებოდა გვეთქვა შემდეგნაირად:

სიჩქარის ტანგენციალური მდგენლის სიდიდესა და მიზიდულობის ძალის თანაფარდობა წარმოადგენს იმ კრიტერიუმს, რომლის მეშვეობითაც წყდება საკითხი, კონუსური კვეთის თუ რომელი კერძო სახე მიიღება. ასეთი დასკვნები შეიცავენ განუსაზღვრელობის ელემენტსაც (იხ. ფორმულა 1ა) და რაღაც ხელოვნურსაც. ისინი არაფერს გვეუბნებიან ამპლიტუდის (დიდი ნახევარღერძი), სიჩქარის და სრული ენერგიის ცვლილების მიზეზების შესახებ. ეს ცვლილებები კი ორბიტის ფორმის განმსაზღვრელია.

როდესაც მზის სისტემის პლანეტებს განვიხილავთ როგორც რხევით მოძრაობას და ამ მოძრაობის კანონებსაც ვიყენებთ ორბიტის ფორმის გასაგებად, გაცილებით უფრო საინტერესო და ფრიად მნიშვნელოვან დასკვნასაც ვღებულობთ ჩვენი საკითხის გადასაწყვეტად.

ადრე დავადგინეთ, რომ ფორმულა (8)-ის თანახმად პლანეტის ძირითად მოძრაობას წარმოადგენს პლანეტის ბრუნვა გარკვეული ღერძის ირგვლივ წრენირის ორბიტაზე ლაპლასის სიბრტყეში:

$$x_A = a \cos E, \quad y_A = a \sin E, \quad Z_A = 0.$$

ასეთი მოძრაობა ოდნავ იცვლება ფარდობითი მოძრაობის გამო, რომელიც აგრეთვე რხევითი ხასიათისაა (იხ. ფორმულა 10)

$$\xi = \frac{a}{2} \cos 2\alpha, \quad \eta = 0, \quad \zeta = \frac{a}{2} \sin 2\alpha,$$

შემდეგში ჩვენ ამ უმნიშვნელო ცვლილებას ვუწოდებთ „სისტემის რხევის შემფოთებას“, შეიძლება მას სხვაგვარი სახელიც დავარქვათ – „კავშირი“, რომელიც პლანეტის მოძრაობას დაედო.

ორივე ეს მოძრაობა, რომლებიც სხვადასხვა სიბრტყეში ხდება, რეალურია და დაკვირვებებიც ამის დამადასტურებელია (იხ. სუბოტინი, „ციური მექანიკა“).

ძირითადი რხევითი მოძრაობის სიხშირე, ანუ როგორც ეს მექანიკაშია მიღებული, სისტემის სიხშირე და „შემფოთების“ სიხშირე ერთმანეთს უკავშირდება ფორმულა (9)-ის საშუალებით:

$$e \sin E = \sin \alpha.$$

თუ სისტემის საკუთარი რხევების პერიოდი ემთხვევა სისტემის შემამფოთებელი რხევების პერიოდს, ანუ როგორც მას

ვუნოდებთ „კავშირის“ პერიოდს, მაშინ $\sin E = \sin \alpha$, ანუ როცა $e=1$, ადგილი ექნება **რეზონანსის მოვლენას**.

იგივე შეიძლება მივიღოთ კეპლერის ცნობილი განტოლებებიდან ($E' = n + E' \cos E$), თუ $e=1$:

$$E' = \frac{1}{1 - e \cos E}.$$

როდესაც E უახლოვდება 2π -ს, კუთხური სიჩქარე E' მიისწრაფვის უსასრულობამდე და ვლელულობთ ასიმპტოტურ მოძრაობას. ეს კარგადაა ცნობილი თეორიული მექანიკიდან. „როდესაც იძულებითი რხევების სიხშირე უტოლდება სისტემის საკუთარი რხევების სიხშირეს, სისტემის რხევების ამპლიტუდა მკვეთრად იზრდება“ (იხ. ბუხგოლცი, „მექანიკა“).

როდესაც $e < 1$, ანუ კავშირი $e \sin E = \sin \alpha$, მოქმედებს და ვლელულობთ: $x = a \cos E$, $y = b \sin E$, ანუ ელიფსის განტოლებას a და b ნახევარღერძებით.

ეს გახლდათ პირველი მიახლოებით. თუ გადავალთ მეორე მიახლოებაზე და განვიხილავთ პლანეტის მოძრაობის დიფერენციალურ განტოლებას (ფორმულა (2)) შემდეგი სახით:

$$x'' + \frac{m^2}{r^3} x = 0 \quad \text{და} \quad y'' + \frac{m^2}{r^3} y = 0.$$

შევიტანოთ μ^2 -ის შესაბამისი მნიშვნელობა, რის შემდეგ მივიღებთ:

$$x'' + k^2(1 - e \cos E)x = 0 \quad \text{და} \quad y'' + k^2(1 - e \cos E)y = 0,$$

სადაც $k^2 = \frac{\varphi'^2}{\cos^2 \beta}$, φ - ჭეშმარიტი ანომალიაა, E - ექსცენტრული ანომალიაა, $E = nt + e \sin E$, n - საშუალო სადღელამისო მოძრაობაა, β - ექსცენტრისიტეტის კუთხე.

ასეთი სახის განტოლებები ინტეგრირების შემდეგ იძლევიან ისეთ მრუდს, ისეთ ტრაექტორიას, რომელიც ახლოსაა ელიფსის ფორმასთან. მაგრამ ელიფსისაგან განსხვავებით იგი არაა ჩაკეტილი, თუმცა ძალიან უახლოვდება a და b ნახევარღერძების მქონე ელიფსს. ამ ნახევარღერძების მიმართულებები არაა მუდმივი, არამედ ოდნავ შემობრუნდება იმ მხარეს, რომელშიადაც

ხდება წერტილის მოძრაობა ელიფსზე. ამას ეწოდება აფსიდთა წრფეების ბრუნვა.

მსგავსი მოძრაობაა მთვარის მოძრაობა დედამიწის სიახლოვეს.

მართლაცდა, შემდეგი სახის განტოლებას:

$$\frac{d^2u}{dt^2} + n^2(1+2\alpha \cos kt)u=0$$

დიდი მნიშვნელობა აქვს ასტრონომიაში – მთვარის მოძრაობის თეორიაში, როდესაც $e>1$ $e \sin E = \sin \alpha$ კავშირი შეუძლებელია, იგი ირლვევა, წერტილი ასცდება კავშირს და ვლებულობთ პროგრესულ მოძრაობას.

როდესაც $e=0$, კავშირი, რომელიც შეშფოთების მიზეზს წარმოადგენს, არ არსებობს. მაშინ $\alpha=0$, $E'=n$ და პლანეტა მოძრაობს წრენირზე მუდმივი კუთხური სიჩქარით ლაპლასის სიბრტყეში.

მაშასადამე, თუ არა „შეშფოთება“, არ გვაქვს არც ფარდობითი მოძრაობა გარემოს მიმართ. ამ შემთხვევაში გადატანითი მოძრაობა ემთხვევა აბსოლუტურ მოძრაობას და პლანეტის წრიული მოძრაობა წარმოადგენს ორი ჰარმონიული რხევითი მოძრაობის შეკრებების შედეგს.

$$x = a \cos nt \text{ და } y = a \sin nt \tag{16}$$

აქ n -ჰარმონიული რხევითი მოძრაობის კუთხური სიჩქარეა. მას ასტრონომიაში „საშუალო სადღელამისო“ მოძრაობა ეწოდება.

აქედან გამომდინარე, პლანეტების ორბიტის ელიპტიკური ფიგურა წარმოადგენს პირველ „შეშფოთებულ“ მოძრაობას და საერთოდ, პლანეტის მოძრაობაზე ზედდება ცალსახად განსაზღვრავს ორბიტის სახეს. იგი შეიძლება იყოს წრენირი, ელიფსი, პარაბოლა ან ჰიპერბოლა. „თუ სხეული არ ასრულებს გარემოს მიმართ ფარდობით მოძრაობას, მაშინ მისი გადატანითი მოძრაობა ემთხვევა აბსოლუტურ მოძრაობას“ (იხ. ნიკოლაი „თეორიული მექანიკის ლექციები“).

ეს დასკვნები ემთხვევა რხევათა მოძრაობის თეორიას და ფართოდ შუქდება თეორიული მექანიკის კურსებში.

ასეთი მოძრაობების გამოკვლევისას, და ეს თეორიული მექანიკიდანაც არის ცნობილი, ვლებულობთ შემდეგ დასკვნებს:

1. მოძრაობის ტრანექტორია შეიძლება იყოს წრეწირი, ელიფსი, პარაბოლა ან ჰიპერბოლა, იმისდა მიხედვით, თუ როგორია ზედდების სახე (კეპლერის პირველი კანონი).

2. ტრანექტორია ელიფსისმაგვარია მუდმივი სექტორალური სიჩქარით (კეპლერის მეორე კანონი).

3. უმრავლეს შემთხვევაში ტრანექტორია ჩაკეტილ მრუდს არ წარმოადგენს.

4. რადგან ზედდებული კავშირი, ანუ, უფრო ზუსტად თუ ვიტყვით, ძირითადი მოძრაობის პერიოდები – ბრუნვითისა და ქანქარისებურის არათანაზომადია, ელიფსის ხ ღერძის გასწვრივ წარმოებული რხევების პერიოდი ხდება უფრო ნაკლები, ვიდრე a ღერძის გასწვრივ წარმოებული რხევების პერიოდი. ამის შედეგად ღერძების მიმართულება იცვლება ისე, რომ დიდი ნახევარღერძი შემობრუნდება იმ მხარეს, რომელშიც ხდება მოძრაობა ელიფსზე, ანუ სექტორალური სიჩქარის მატების მხარეს.

5. ელიფსის ღერძების შემობრუნების სისწრაფე პროპორციულია კუთხური სიჩქარისა და განპირობებულია ელიფსის ღერძების სიგრძეთა ფარდობით, ანუ დამოკიდებულია ექსცენტრისიტეტზე.

6. მოძრაობის სიბრტყე ოდნავ ირხევა. ანალოგიური დასკვნები მიიღება კავშირის მქონე წერტილის მოძრაობის ზოგიერთი მსგავსი შემთხვევებისთვისაც.

ყველა ამ შემთხვევას ნამდვილად აქვს ადგილი პლანეტების მოძრაობის დროს.

ზემომოყვანილი დასკვნები ნათლად მიუთითებენ იმაზე, რომ მხოლოდ მიზიდულობით და თანაბარი მოძრაობით არ შეიძლება სამყაროს სურათის აღწერა; საჭიროა სხვა დასკვნების ძიება, ისეთების, რომლებიც უფრო რეალურნი და მისაღები იქნებიან სამყაროს სურათის ფიზიკური რეალობის თვალსაზრისით.

აზრთა ყველა სხვადასხვაობა, სახელდობრ: მერკურის აფსიდთა ღერძების მოძრაობა, პლანეტების თანამგზავრთა უკუმოდრაობა, მთვარისა და მისი კვანძების მოძრაობა, მზის სისტემის მდგრადობა, ბოდე-ტიციუსის რიგი და ა. შ., რომლებიც არ აიხ-

სნება მიზიდულობის კანონებით, ადვილად შეიძლება აიხსნას, და არა მარტო აიხსნას, რხევათა მოძრაობის კანონებით. უფრო მეტიც – ისინი ამ კანონების აუცილებელ შედეგებს წარმოადგენენ.

ნიუტონის მიხედვით მოვლენები ხდება „ასე, და არა ისე“, იმიტომ რომ, სამყარო აგებულია „სწორედ ამნაირად“: იმისთვის, რომ ვაშლი დავარდეს დედამიწაზე, დედამიწა უნდა იზიდავდეს; მთვარემ რომ იბრუნოს დედამიწის ირგვლივ, საჭიროა რომ მას იზიდავდეს დედამიწა; თუ ამას ენგელსის გამონათქვამს: „კატები იმიტომაა გაჩენილი, რომ შეჭამონ თაგვები, თაგვები კი იმიტომ, რომ კატების მხრივ იქნენ შეჭმულნი“ დავუმატებთ, შეიძლება დავასკვნათ: სამყარო შექმნილია „სწორედ იმნაირად“, რომ არსებობდეს მიზიდულობის ძალა, რათა დამტკიცებულ იქნას შემოქმედის (ღმერთის) სიბრძნე.

მიზიდულობის ძალის ძირითადი კანონი იქნებოდა სამართლიანი არა იმიტომ, რომ სამყარო აგებულია „სწორედ ამნაირად“, არამედ იმიტომ, რომ იგივე კანონი რჩებოდა სამართლიანი სამყაროს აგებულების სულ სხვადასხვა ტიპისთვის, „ისე რომ, სულაც რომ არ არსებობდეს ეს მიზიდულობის ძალები, დინამიკის კანონები მაინც იარსებებდა და მათ თავისი აზრი და სახე ექნებოდათ“ (იხ. ხაიკინი, „მექანიკა“).

თუ მიზიდულობის ძალის კანონი ისეთივე გარდაუვალი უნდა იყოს, როგორც სხვა კანონები, მაშინ მისი მეშვეობით შესაძლებელი უნდა იყოს გაცილებით უფრო სრული ახსნა, ვიდრე ეს ხდება სიმძიმის ძალის სრულიად თვითნებური დაშვებისას, ყოველგვარი კავშირის გარეშე მოძრაობის სხვა ფორმებთან, როდესაც მათ ნამდვილად აქვთ ადგილი ბუნების მრავალფეროვანი მოვლენების დროს.

ჩვენ ხომ ვიცით, რომ არსებობს კარგად ცნობილი მოვლენები, ისეთები, როგორიცაა მთვარის მოძრაობა, კომეტების გავლა მზის ზედაპირის სიახლოვეს, როდესაც მათი ორბიტები საერთოდ არ იცვლება, მთვარის გრძედის ცვლილება, პლანეტების, განსაკუთრებით კი მერკურის, პერიგეას მოძრაობა, ბოდე-ტიციუსის რიგი, რომელთა წინაშე ნიუტონის მიერ ახსნილი მეტაფიზიკური,

ენშტეინის მიერ კი – იდეალიზირებულ-გამრუდებული სამყარო სრულიად უძლურია.

ასე რომ, ზოგად კავშირებიდან ამოვარდნილი, ცალკეული მოძრაობები არ არსებობენ. ამდენად იძულებულნი ვართ ვუარყოთ მსოფლიო მიზიდულობის ძალა. დიალექტიკურად მოაზროვნე მატერიალისტი კი უნდა ამბობდეს:

არავითარი ურთიერთქმედება ციურ სხეულებს შორის და საერთოდაც იმ გაგებით, როგორც ამას ნიუტონის კანონი

$$F = -\gamma \frac{Mm}{r^2}$$

იძლევა, არ არსებობს, ამიტომაც „ამჯერად მოვიდა ის დრო, რომ ფილოსოფია ამაღლდეს ცისკენ, რათა კოპერნიკის, გალილეისა და კეპლერის შემდეგ კვლავ გამოვიკვლიოთ პლანეტების გზები და შევიცნოთ მათი კანონები, რაც დაედებოდა საფუძვლად გონებისა და ბუნების იგივეობის სიცხადეს“ (იხ. ჰეგელი, „De orbitis planetarum“).

§9. კავშირი ორბიტის ექსცენტრიტეტსა და ლავლასის სიბრტყესთან ორბიტის დახრის კუთხეს შორის

ფორმულა (9) გამოკვლევისას – $MON = \alpha$ პლანეტის ქანქარისებური რხევისას ვამჩნევთ, რომ კუთხე იცვლება და უტოლდება ზღვრულ მნიშვნელობას

$$QOL = \beta \text{ მაშინ } e = \sin \beta. \quad (17)$$

ეს გამომდინარეობს ფორმულა (9)-დან, როდესაც $E = \frac{\pi}{2}$.

აგრეთვე ფორმულა (9ა)-იდან, როდესაც $\cos \beta = \frac{b}{a}$, საიდანაც

$$1 - \cos^2 \beta = \sin^2 \beta = \frac{a^2 - b^2}{a^2} = e^2, \text{ ე. ი. } e = \sin \beta.$$

აქედან ვასკვნით, რომ პლანეტის ორბიტის დახრილობა რაიმე სიბრტყესთან მთლიანად დამოკიდებულია ფარდობით მოძრაობაზე (განტოლება 10) და მჭიდრო კავ-

შირშია მის ექსცენტრისიტიეტთან. ასტრონომიაში კუთხე β -ს „ექსცენტრისიტიეტის კუთხე“ ეწოდება.

ასე რომ, ორბიტის განსაზღვრისათვის საკმარისია ხუთი ელემენტის ცოდნა, რადგან ორბიტის i დახრა უკავშირდება e ექსცენტრისიტიეტს, ანუ $i = \beta$, სადაც $\sin \beta = e$.

თუ (17) ფორმულის საშუალებით გამოვთვლით β კუთხის მნიშვნელობას ყოველი ცალკე პლანეტისთვის, სადაც ეს კუთხე დამოკიდებულია e ექსცენტრისიტიეტზე, შევამჩნევთ, რომ ბრუნვის ძირითადი სიბრტყე, ანუ გადატანითი მოძრაობის სიბრტყე ყველა პლანეტისათვის სწორედ „ლაპლასის სიბრტყე“ აღმოჩნდება (იხ. გრაფიკი ნახ. 3).

სტოკუელის ცხრილი გვიჩვენებს, რომ პლანეტა ასრულებს ორ მოძრაობას: მოძრაობას წრენიურზე PLO ლაპლასის სიბრტყეში (პირველი და ძირითადი) და ქანქარისებურ მოძრაობას MON სიბრტყეში, რომელიც ჰკვეთს PLO ლაპლასის სიბრტყეს გარკვეული კუთხით (იხ. ნახ. 2, ფორმულები 8 და 10). ამ მოძრაობათა შეკრება გვაძლევს კეპლერის ელიფსს (თავი III).

პლანეტები	e-ს ცვლილების დიაპაზონი სტოკუელის ცხრილის მიხედვით		ორბიტის დახრა, ანუ ექსცენტრისიტიეტის კუთხე $e = \sin \beta$		ორბიტის დახრის მიხედვით მნიშვნელობები სტოკუელის ცხრილის მიხედვით	
	OT	DO	OT	DO	OT	DO
მერკური	0,121	0,232	7°0'	13°24'	7°0'	9°17'
ვენერა	0,000	0,087	0°0'	5°0'	0°0'	5°18'
დედამინა	0,000	0,078	0°0'	4°30'	0°0'	4°52'
მარსი	0,018	0,140	1°2'	8°6'	1°9'	7°9'
იუპიტერი	0,025	0,061	1°25'	3°30'	0°14'	2°50'
სატურნი	0,012	0,084	0°42'	4°48'	0°47'	2°33'
ურანი	0,012	0,078	0°42'	4°30'	0°46'	2°33'
ნეპტუნი	0,006	0,015	0°20'	0°50'	0°34'	0°47'
პლუტონი	0,25		14°30'		17°8'	

ზემომოყვანილი ცხრილი შედგენილია ისე, რომ პირველ რიგში მოცემულია პლანეტის ორბიტის ექსცენტრისიტეტის ცვლილების ფარგლები სტოკუელის ცხრილის მიხედვით (მიახლოებით). მეორე რიგი იძლევა ექსცენტრისიტეტის კუთხეს – ორბიტის დახრას $e = \sin \beta$ ფორმულის თანახმად, ანუ β კუთხის სიდიდეს, მესამე რიგი – პლანეტების ორბიტის დახრას უცვლელი ლაპლასის სიბრტყისადმი, იმავე სტოკუელის ცხრილის თანახმად. თუ მივიღებთ მხედველობაში ორბიტის ექსცენტრისიტეტის გამოთვლის მიახლოებით მეთოდებს (ცვლილებების პერიოდი 250000 წელი) და დახრილობის ცვლილებას, შეიძლება ითქვას, რომ პლანეტის ორბიტების ლაპლასის სიბრტყისადმი კუთხეთა დახრის მონაცემები თითქმის უტოლდება პლანეტის ექსცენტრისიტეტის კუთხეს (იხ. გრაფიკი ნახ. 3-ზე).

ეს დასკვნა მათემატიკურადაც დასტურდება:

$$2k \cos i = x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} = \cos \beta \text{ nab,}$$

საიდანაც $i = \beta$.

და ბოლოს გამოვთქვამთ ფრიად მნიშვნელოვან დასკვნას პლანეტის ორბიტის შესახებ.

სრული მათემატიკური სიმკაცრით მტკიცდება, რომ პლანეტების ორბიტების ელიპტიკური ფიგურა მიიღება მათ წრიულ მოძრაობაზე ზედდების მოქმედების შედეგად, რასაც კავშირს ეძახიან (ფორმულა 10). უფრო მართებული იქნება, თუ შევცვლით კეპლერის პირველ კანონს და წარმოვადგენთ მას იმ სახით, რა სახითაც მოგვცა იგი კოპერნიკმა: ყოველი პლანეტა ბრუნავს მზის ირგვლივ თანაბრად და წრიულად და ამ პლანეტების საერთო ცენტრშია მზე.

კეპლერის ელიფსი წარმოადგენს პირველ შეშფოთებულ მოძრაობას. ზედდების მოქმედების გამო (ფორმულა 10) ორბიტის ფორმა ათი ან ასი ათასი წლის განმავლობაში თანდათანობით წრიული ფორმიდან გადადის ელიფსურ ფორმაში და პირიქითაც (იხ. ხაიკინი „მექანიკა“).

ასეთი დასკვნის გამოტანა შეშფოთებულ მოძრაობათა თეორიიდანაც გამომდინარეობს.

„თუ განტოლებაში შემავალი პერტრუბაციული R ფუნქცია ნულის ტოლია, მოძრაობა უშფოთველია და იგი უცვლელ სიბრტყეში ვრცელდება“.

ასე რომ, ძველი მეცნიერების, განსაკუთრებით კი პითაგორელების სწავლება იმის შესახებ, რომ ყველა პლანეტა მიემართება თანაბრად წრენირზე, ყოველგვარი ძალის ზემოქმედების გარეშე და რომ მათ საერთო ცენტრს წარმოადგენს მზე, არის მრავალწლოვანი დაკვირვებებისა და ჩვენი აზროვნების გარდაუვალი შედეგი. ეს მტკიცება მიიღება ბუნებაში არსებული რთული მოვლენების კვლევების, მათი ცალკეულ ნაწილებად დაშლისა და ანალიზის შედეგად – ძველი მეცნიერები გონებაჭვრეტითი ელემენტების დეფიციტს არ განიცდიდნენ.

თვით წრიული მოძრაობა კავშირის გარეშე ფორმულა (16)-ის თანახმად წარმოადგენს ორი ჰარმონიული რხევითი მოძრაობის შეკრების შედეგს:

$$x = a \cos nt \text{ და } y = n \sin nt,$$

ამ მოძრაობაზე დადებული „კავშირის“ შედეგად (ფორმულა 10) იძლევა აბსოლუტურ მოძრაობას.

$$x = a \cos E \text{ და } y = b \sin E.$$

კუთხური სიჩქარე E' ტოლია n ჰარმონიული რხევითი მოძრაობის კუთხური სიჩქარისა და ფარდობითი $E' e \cos E$ მოძრაობის კუთხური სიჩქარის გეომეტრიული (ვექტორული) ჯამისა (ფარდობითი გადაადგილება $NM = a e \sin E$).

$$E' = n + E' e \cos E$$

ამ განტოლების ინტეგრირების შემდეგ ვღებულობთ კეპლერის საყოველთაოდ ცნობილ განტოლებას

$$E = n(t - T) + e \sin E = n(t - T) + \alpha,$$

სადაც T – ინტეგრირების მუდმივაა და როდესაც $\alpha = 0$, ანუ კავშირის გარეშე $E = nt$, რაც იმას ნიშნავს, რომ თუ პლანეტა არ ასრულებს გარემოს მიმართ ფარდობით მოძრაობას, მაშინ გადატანითი მოძრაობა ემთხვევა აბსოლუტურ მოძრაობას ფორმულა (16)-ის თანახმად.

§10. მიზიდულობის თეორიასა და რეალურ სინამდვილეს შორის შეუსაბამობის რამდენიმე ფაქტი

თუ ამ საკითხს მივუდგებით პრაქტიკულად და მიზიდულობის კანონებზე დაყრდნობით შევეცდებით პლანეტებისა და მათი თანამგზავრების მოძრაობების კანონების დადგენას, დავინახავთ, რომ ამ შემთხვევაშიც ისე ვერ მივალწევთ სანადელს, რომ არ მოვიშველიოთ რხევათა მოძრაობის კანონები. ამის გარეშე მიზნის მიღწევა შეუძლებელია.

1. აი რას წერს ეილერი თავის შესანიშნავ ნაშრომში „მთვარის მოძრაობის ახალი თეორია“:

„ამ ორმოცი წლის განმავლობაში რამდენჯერაც არ ვცაადე მთვარის თეორიის გადაწყვეტა და მიზიდულობის კანონებზე დაყრდნობით მისი მოძრაობის განსაზღვრა, ყოველთვის წარმოიქმნებოდა ისეთი სიძნელეები, რომ მიხდებოდა მუშაობის შეწყვეტა და შემდგომი კვლევა. მექანიკის საწყისებზე დაყრდნობით მთელი ეს საკითხი უმაღლეს დაიყვანება მეორე რიგის სამ დიფერენციალურ განტოლებაზე. ასე რომ, მთელი საკითხი დაიყვანება დროის მოცემული მნიშვნელობისათვის ამ სამი კოორდინატის განსაზღვრაზე. ამ მიზნით მე მომყავს მეორე რიგის სამი დიფერენციალური განტოლება, რომლებსაც უშუალოდ გვაძლევს მექანიკა“.

აკადემიკოსი კრილოვი კი ამ საკითხის შესახებ ამბობს:

„ამ ნაშრომის შესწავლისას (ლაპარაკია ეილერის ნაშრომზე) მე უნებურად მივაქციე ყურადღება იმას, რომ, როდესაც ეილერი განიხილავდა ამ მოძრაობას წრფივ მართკუთხა კოორდინატებში, იგი ამ კოორდინატების განსაზღვრისას ღებულობდა ისეთ დიფერენციალურ განტოლებებს, რომლებიც მატერიალური სისტემების რხევითი მოძრაობის ზოგად განტოლებებს წარმოადგენდნენ. რხევითი მოძრაობა ღებულობს სულ უფრო მზარდ მნიშვნელობას ტექნიკაში და მრავალ შემთხვევაში საქმე გვაქვს არანრფივ დიფერენციალურ განტოლებებთან. იმ შემთხვევაში, როდესაც

განტოლებები წრფივია, განტოლებებს აქვთ ცვლადი კოეფიციენტები, და ისინი სწორედ ისეთი სახისაა, რომლებსაც იხილავდა ეილერი თავის „მთვარის თეორიაში“.

იმავე ნაშრომში მთვარის მოძრაობის განტოლებების შესახებ ვკითხულობთ:

„ასე რომ, თანამედროვე ტექნიკის ენაზე თუ ვიტყვით, განტოლებები (1) წარმოადგენენ რხევითი მოძრაობების არანრფივ განტოლებათა ერთობ ზოგად შემთხვევას. ამასთან საპოვნელი არა მხოლოდ იძულებითი რხევები, არამედ თავისუფალნიც და თანაც ძირითადად მათი სიხშირეები და პერიოდები, რაც დიდ სიძნელეებს წარმოადგენს“.

იმავე ნაშრომში, მზის მოძრაობის განტოლების შესახებ, რომელიც ჰილის მიერაა შედგენილი, ნათქვამია:

„ეილერის წიგნის გამოსვლიდან მხოლოდ 106 წლის შემდეგ ჰილმა შეძლო მთვარის მოძრაობის განტოლებათა შესანიშნავი გარდაქმნა და ისეთი განტოლების მოცემა, რომლის შედგენაც ეილერმა ვერ გაბედა.“

ტექნიკის ენაზე მთვარის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები წარმოადგენენ რხევითი მოძრაობების არანრფივ განტოლებათა ფრიად რთულ მაგალითს .. რადგან არანრფივი ან ცვლადი კოეფიციენტების მქონე საძიებელი წევრების არსებობისას რხევათა სიხშირე დამოკიდებულია ამპლიტუდაზე“.

ეილერისა და ჰილის ასეთი დასკვნის შემდეგ მსოფლიო მიზიდულობის ძალის და მისი გამოყენების შეუძლებლობის შესახებ მთვარის მოძრაობის თეორიის ასახსნელად და ის ფაქტიც, რომ მთვარის მოძრაობის განტოლებები წარმოადგენს რხევითი მოძრაობის განტოლებებს, ეჭვი აღარ რჩება, რომ სამყარო რხევითი მოძრაობის კანონებით იმართება.

2. თუ მსოფლიო მიზიდულობის ძალას განვიხილავთ ბუნების სხვა მოვლენებთან დაკავშირებით მატერიალური სამყაროს ყველა არსებული და განსხვავებული ფორმებით, ამ შემთხვევაშიც უარი უნდა ვთქვათ ამ ძალაზე; ძალაზე, რომელიც განცალკევებულია ბუნების დანარჩენი მოვლენებისაგან.

მსოფლიო მიზიდულობის ძალის ცნების არსებითი თვისება გამოიხატება იმაში, რომ მას ყოველთვის იხილავენ მოძრაობის ფორმების ურთიერთნაალმდეგობათა ერთიანობის იდეისაგან განყენებულად, მოძრაობის სხვა ფორმებთან ურთიერთკავშირის გაუთვალისწინებლად. ამდენად მსოფლიო მიზიდულობის ძალა ყოველთვის განიხილებოდა და განიხილება, როგორც მატერიის განცალკევებულობის თვისება.

ბუნების მოვლენებისა და მოძრაობის სხვადასხვა ფორმების განხილვისას ამ ძალის მოქმედებანი შემთხვევითი გვეჩვენება. საგანთა და მოვლენათა განხილვა განცალკევებულად, მათი ზოგადი კავშირების გარეშე – აზროვნების მეტაფიზიკური გზაა, რაზედაც მიგვითითებს ენგელსი „ანტი-დიურინგიში“.

მართლაცდა, მეოცე საუკუნის მეცნიერული მონაპოვრები იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ ისინი ბევრად აღემატებიან წინა ასწლეულების მიღწევებს. მათი შედარებაც კი არ შეიძლება. მაგრამ მათი მრავალრიცხოვნობისა და მრავალფეროვნების მიუხედავად ისინი ქმნიან სამყაროს ჩამოყალიბებულ და კანონზომიერ, აწყობილ სურათს. ამ სურათში სულ უფრო მეტად და მეტად გამოვლინდება „სამყაროს ერთიანობა“, მატერიალური სამყაროს ერთიანობა, რომელშიც მატერიის მოძრაობის ცალკეული თვისობრივი ფორმები, გარკვეულ პირობებში ყოველთვის გადადიან ერთმანეთში გარკვეული თანაფარდობით.

მაგრამ რა შეიძლება ვთქვათ განცალკევებულად მდგომ მსოფლიო მიზიდულობის ძალაზე?

ამ ძალის ასეთი იზოლირებული მდგომარეობა მეცნიერებში აღძრავდა გასაგებ სურვილს – აეხსნათ მსოფლიო მიზიდულობის არსი.

აღრეც და ამჟამადაც გაკეთდა და კეთდება უამრავი ცდა მიზიდულობის მოვლენის ასახსნელად, წამოყენებულია მრავალი ჰიპოთეზა, კერძოდ, ვარსკვლავთმორისი სივრციდან გამოტყორცნილი ნაწილაკების შემოჭრის შესახებ. იყო საუბარი ეთერის გრძივი ტალღების შესახებაც და ზოგადად ეთერზედაც. ყველა ეს მოსაზრება ვერავითარ კრიტიკას ვერ უძლებდა. ამდე-

ნად ვრჩებით ისეთივე გაურკვეველობის მდგომარეობაში, როგორც იყო თვით ნიუტონი სამასი წლის წინათ.

ადრე სახელგანთქმული ფარადეი, ამჟამად კი ეინშტეინი ცდილობდნენ დაეკავშირებინათ მსოფლიო მიზიდულობის ძალა ელექტრომაგნიტურ მოვლენებთან, მაგრამ მეცნიერება ყოველთვის განიცდიდა სრულ წარუმატებლობას და იგი მომავალშიდაც გაგრძელდება, რადგან ეძებენ იმას, რაც ბუნებაში არ არსებობს.

არ არსებობს ძალა, რომელიც დააკავებდა პლანეტებს თავის ორბიტებზე. პლანეტები, ძველი მეცნიერების გამოთქმით, „მიემართებიან“, მათი მოძრაობები თავისუფალია და არ წარმოადგენს აქეთ-ქეთ განევა-გადმონევას (ჰეგელი).

ცენტრიდანული და ცენტრისკენული ძალები, რომლებიც თითქოსდა აკავებენ პლანეტებს თავიანთ ორბიტებზე – ეს მხოლოდ მეტაფიზიკური უაზრობაა (ჰეგელისა და ენგელსის გამონათქვამებიდან) და ეს უაზრობა, რამსაისა და ოსტვალდის აზრით, ბოჭავს მეცნიერებას აგერ უკვე სამასი წლის განმავლობაში.

„დოქტორი ეინშტეინი შეუპოვრად მუშაობს იმ პრობლემის გადასაჭრელად, რომელმაც მას 25 წლის სიცოცხლე წაართვა, მაგრამ რომლის გადაჭრის იმედს იგი იტოვებს და ფიქრობს, რომ სიკვდილამდე ამას შეძლებს. იგი ცდილობს „ერთიანი ველის თეორიის“ ბოლომდე დამუშავებას და იმ კანონების დადგენას, რომლებიც მართავენ სამყაროს ძირითად ძალებს: მიზიდულობისა და ელექტრომაგნიტიზმს. ამისათვის იგი ცდილობს იპოვოს შესაბამისი მათემატიკური განტოლებები, რომლის დახმარებითაც მოხდება ამ კანონების დადგენა. ამ ნაშრომის შესაფასებლად უნდა გავითავისოთ, რომ ეს ორი საწყისი ძალა ბუნების ყველა მოვლენის წყაროს წარმოადგენს“.

.. თუ არ ჩავთვლით მიზიდულობის ძალას, მატერიალური სამყაროს ყველა დანარჩენ ძალას აქვს ელექტრომაგნიტური ბუნება.

..არაერთხელ უცდიათ განეხილათ მსოფლიო მიზიდულობა, როგორც ელექტრომაგნიტური რიგის მოვლენა, მაგრამ ყველა

ეს ცდა წარუმატებლად დამთავრდა. თვით ეინშტეინი 1929 წელს ფიქრობდა, რომ მან ეს შეძლო და „ერთიანი ველის თეორია“ წამოაყენა განსახილველად, მაგრამ მიხვდა, რომ ცდებოდა და თვითონვე აღიარა ამ თეორიის მცდარობა (იხ. ბარნეტი „სამყარო და დოქტორ ეინშტეინის შრომები“).

მეორე მხრივ, წარმატებით შეიძლება ითქვას, რომ მეოცე საუკუნის ფიზიკის განვითარება ადგას კონსერვატიული არანრფივი სისტემების „რხევათა თეორიის“ განვითარების გზას.

„შევნიშნავთ, რომ ფიზიკისთვის მთლიანობაში კონსერვატიული სისტემის თეორიას აქვს დიდი დამოუკიდებელი ფასეულობა..

.. პირველ რიგში მატერიის აგებულების თეორიაში ჯერ კიდევ ლაპლასის დროიდან და განსაკუთრებით კი იმის შემდეგ, რაც სითბოს განიხილავენ, როგორც კინეტიკური ენერჯიის სახესხვაობას, ფიზიკოსები ხვდებოდნენ, რომ მიკროსამყაროში მოქმედებენ კონსერვატიული ძალები. ამ გზაზე მიღებულ იქნა დიდი წარმატებები გაზების კინეტიკურ თეორიაში, კრისტალური მესერის თეორიაში და სხვა.

.. ეგრეთწოდებული ძველი კვანტური მექანიკა ატომის სტაციონარული მდგომარეობის გასარკვევად სწორედ კონსერვატიულ მოდელს მიმართავდა და ნებისმიერი მუდმივების განსაზღვრისას მხოლოდ გარკვეული რეცეპტის პოსტულირებას მიმართავდა.

.. ახალ კვანტურ მექანიკაშიც კი, რომელმაც უარი თქვა ცალკეული ნაწილაკების სივრცულ-დროით აღწერაზე, საჭიროა „ატომის იდეალური მოდელის“ ჰამილტონის ფუნქციის ცოდნა მანამდე, სანამ შრედინგერის განტოლებებს დანერგენ.

.. გარკვეული თვალსაზრისით დასაშვებია ატომის მექანიკის განვითარებას ვუყუროთ როგორც კონსერვატიული ჰამილტონისეული მექანიკის განვითარებას (იხ. ანდრონოვი, „რხევათა თეორია“).

ამჟამად უკვე ცდისეული მონაცემებით დასტურდება, რომ ატომის ბირთვიდანაც არსებობს თავისუფალი ენერგეტიკული დონეები და მათი „განაწილება“ უნდა განსხვავდებოდეს ატომის

დონეთა განაწილებისაგან (იხ. სტრანატანი, „ნაწილაკები თანამედროვე ფიზიკაში“).

„რეზონანსული ენერგიების“ არსებობა მიგვითითებს იმაზე, რომ ატომბირთვის ნაწილაკები ასრულებენ მაღალი სიხშირის პერიოდულ რხევათა მოძრაობებს.

3. თუ სამყაროს აგებულების საფუძვლად ჩავთვლით მიზიდულობის ძალას, მაშინ ძნელი იქნება იმის გაგება თუ რატომ ბრუნავს მთვარე დედამიწის გარშემო მაშინ, როდესაც სისტემა „დედამიწა-მთვარის“ სიმძიმის ცენტრი ბრუნავს მზის ირგვლივ. ხომ ცნობილია, რომ მზის მიერ მთვარის მიზიდულობის ძალა ნიუტონის კანონის თანახმად ორჯერ მეტია, ვიდრე დედამიწის მიერ მთვარის მიზიდულობის ძალა.

საკითხავია, ახალი მთვარის დროს რატომ იხრება მთვარე დედამიწისკენ და მისი ორბიტა ელიფსის ფორმას რატომ ღებულობს. ამ დროს იგი ხომ დედამიწასა და მზეს შორის უნდა იყოს ან კიდევ შეგრაგნილი სპირალისმაგვარი ტრაექტორიით უახლოვდებოდეს მზეს!

ცნობილია, რომ მოცემულ შემთხვევაში ორივე სხეული – დედამიწა და მთვარე იმყოფებიან მზისგან ერთი და იმავე მხარეს (ამ შემთხვევაშიც შემამფოთებელი ძალები ალგებრულად იკრიბება, ანუ შემამფოთებელი ძალა მიმართულია შემამფოთებელი სხეულისაკენ – მზისკენ).

მთვარის ორბიტის ხასიათის მიხედვით სრულიად ბუნებრივი იქნებოდა განგვეხილა მთვარე როგორც პლანეტა, რომელიც მოძრაობს უშუალოდ მზის ირგვლივ, მაგრამ ეს ამოცანა ამოუხსნელია, ამდენად მიიღეს ისეთი თვალსაზრისი და ის აქამდე ჯერ კიდევ ძალაშია, რომლის მიხედვით სისტემაში მზე-მთვარე-დედამიწა დედამიწის ცენტრი უძრავია, „მზე და მთვარე კი მოძრაობს უძრავი დედამიწის ირგვლივ და ორივე შემოწერს კეპლერის ელიფსს“ (იხ. ეილერი „მთვარის მოძრაობის ახალი თეორია“).

პრინციპულად მთვარისათვის კოორდინატთა ასეთი სისტემა, თანახმად ფარდობითობის ზოგადი თეორიისა, თითქოსდა ტოლფასია ყოველი სხვა თეორიისა, თუნდაც პტოლომეს თეო-

რიისა, მაგრამ მაშინ მზე აღარ იქნება სხვა პლანეტების ორბიტის ფოკუსში: მაგრამ ვინ ისარგებლებს მზის სისტემის კვლევასას კოორდინატებით, რომლებიც უძრავია დედამიწის მიმართ? ეს იგივეა, რომ დაუბრუნდეთ სამყაროს პტოლომეს სისტემას. მაგრამ ამ გამონაკლისს ვუშვებთ მთვარისათვის. საკითხავია რატომ?

მთვარის ისეთი ორბიტის აგება, რომელიც მუდმივად ჩაზნექილი იქნება მზის მხარისაკენ დედამიწის ორბიტასთან გადაკვეთის წერტილებითურთ, მიზიდულობის კანონის საფუძველზე სრულიად შეუძლებელია.

„ორმოცი წლის მანძილზე რამდენჯერაც არ ვცადე მთვარის თეორიის დამუშავება და მიზიდულობის კანონებზე დაყრდნობით მისი მოძრაობის დადგენა, ყოველთვის წამოიჭებოდა ისეთი სირთულეები, რომ მიხდებოდა მუშაობისა და შემდგომი კვლევის შეწყვეტა“ (ეილერი, „მთვარის მოძრაობის ახალი თეორია“).

4. ძნელია წარმოვიდგინოთ, რომ საუკუნოვანი შემოფოთებანი სამყაროში მიმობნეული პლანეტებისათვის და მათი თანამგზავრებისათვის, რომელთაც ბრუნვის სხვადასხვა პერიოდი აქვთ, იკრიბებოდა ისე, რომ აფსიდთა წრფე შემობრუნდებოდა ერთ მხარეს და თანაც სექტორალური სიჩქარის მატების მხარეს, მაშინ, როდესაც მიზიდულობის თეორიის თანახმად აფსიდთა წრფეების ბრუნვა არ ხდება; რხევითი მოძრაობის თეორიის თანახმად კი აფსიდთა წრფეები უნდა შემობრუნდეს სექტორალური სიჩქარის მატების მხარეს. უნდა აღინიშნოს, რომ პლანეტებისა და მათი თანამგზავრების მოძრაობის თეორიასა (იგი აგებულია მიზიდულობის თეორიისა და ინერციის საფუძველზე) და ზოგიერთი პლანეტის აფსიდთა წრფეების შემობრუნებას შორის ნამდვილად დადგენილია შეუსაბამობა (სხვადასხვაობა). მერკურისათვის ეს სხვადასხვაობა იმდენად დიდია, რომ წამოაყენეს სპეციალურად გამოგონილი, მაგრამ არაფრისმომცემი ჰიპოთეზები. ასეთია, მაგალითად, ზოდიაკალური სინათლის შემამოფოთებელი გავლენა, ჰიპოთეზა ინტერმერკურიალური პლანეტის არსებობის შესახებ, მზის არასრული ფორმის სფეროს შესახებ,

ენშტეინის ჰიპოთეზა, სხივის გამრუდების შესახებ და ბოლოს ჰოლის ჰიპოთეზა, რომელზედაც შეჩერდა ნიუკომბი, მთვარის მოძრაობის რაც შეიძლება ზუსტი ცხრილების ასგებად:

$$F = -1^2 \frac{Mm}{r^N}$$

სადაც $N=2,000000162$.

მაგრამ ბრაუნის თეორიის თანახმად, რომელიც მან მთვარისათვის შეიმუშავა, დაუშვებელია ჰოლის ჰიპოთეზის გამოყენება მთვარისათვის.

თუ კი ვარსკვლავთა სამყაროსკენ მივაპყრობთ ჩვენს მზერას, და მხოლოდ სიმძიმის ძალით ვიხელმძღვანელებთ, მაშინ აღმოვაჩინებთ ურიცხვ ფაქტს, რომლებსაც მივყავართ ჩიხისკენ და იძულებული ვიქნებით გავერკვეთ იმ გაუგებარ ჰიპოთეზებში, რომლებიც უსასრულო კოსმოსის კვლევის დროს წამოიჭრება.

მზე და მზის სისტემაზე ხომ მოძრაობს და ალბათ, ისიც შემონერს თვალუნვდენელ სივრცეში რაღაც ელიპტიკურ ორბიტას და ამასთან ისე, რომ მას არ გააჩნია გარკვეული ძალიან დიდი ზომების მასიური ცენტრი. ძნელი დასაჯერებელია, რომ მზე თავისი პლანეტებითურთ მოძრაობდეს ორბიტაზე კოსმოსური მასების მიზიდულობის გამო.

6. სულ ახლახან სპექტროსკოპული დაკვირვებების შედეგად ასტრონომებმა შეამჩნიეს გალაქტიკების მოძრაობის გარკვეული ნიშნები. თითქმის ყველა გარეშე და შორეული გალაქტიკები თანდათანობით სცილდებიან ერთმანეთსაც და მზის სისტემასაც. ამ დადასტურებული ფაქტის საფუძველზე კალიფორნიის ტექნოლოგიური ინსტიტუტის კოსმოლოგმა რობერტსონმა გამოიანგარიშა, რომ რამდენიმე მილიარდი წლის შემდეგ – შორეულ კოსმიურ მომავალში ეს გალაქტიკები კვლავ დაუახლოვდებიან ერთმანეთს, ანუ მათი გაფანტვის (ურთერთდაცილების) პროცესს ისევ დაახლოების პროცესი შეცვლის. გალაქტიკების „გაფანტვის“ ფაქტი იმდენად მტკიცეა და დგენილი, რომ მასში ეჭვიც არ უნდა შევიტანოთ (იხ. ფოკი, „სივრცის, დროისა და მიზიდულობის თეორია“). „უძრავ“ ვარსკვლავთა მიახლოება და დაცილება

თავისი ცენტრისკენ და აფსიდთა წრფეების ბრუნვაც ჯერ კიდევ მერვე საუკუნის არაბი მათემატიკოსებისთვის და ასტრონომებისთვის იყო ცნობილი. ეს მეცნიერებია: თაბიტ-ბენ-კორა, ალ ბატანი და სხვები (იხ. ბერი, „ასტრონომიის მოკლე ისტორია“).

ბელგიელი კოსმოლოგის აბე ლემეტრისა და კალიფორნიის ინსტიტუტის მეცნიერის ტოლმენის ჰიპოთეზის თანახმად „სამყაროს გაფართოების პროცესი უბრალოდ დროებითი მდგომარეობაა, რომლის შემდეგ, როდესმე, კოსმოსურ მომავალში იგი ისევ შეკუმშვის პროცესით შეიცვლება“.

ტოლმენის აზრით „სამყარო წარმოადგენს პულსირებად საჰაერო სფეროს, რომლის გაფართოებისა და შეკუმშვის ციკლები დაუსრულებლად მეორდებიან“ (იხ. ლინკოლნ ბარნეტი, „სამყარო და ეინშტეინის შრომები“).

თუ ამ სწავლებას, რომელსაც კოსმოლოგები რობერტსონი, ლემეტრი და ტოლმენი იძლევიან და რომელიც ეინშტეინის სივრცულ-დროითი უწყვეტობისა და ჩაკეტილი სამყაროს ჰიპოთეზის გავლენითაა დამუშავებული, გამოვაცლით მის გამიზნულ მიმართულებას და განვიხილავთ სამყაროს აგებულების ამ ახალ სწავლებას „სამყაროს ერთიანობის“ თვალსაზრისით, მაშინ ის პროცესები, რომლებიც ამ კოსმოლოგებმა შეამჩნიეს, სხვა არაფერია, თუ არა „რხევეთი მოძრაობების პერიოდული პროცესები“ – მიახლოება-დაცილება, შეკუმშვა-გაფართოება, მიზიდვა-განზიდვა (დემოკრიტი, პითაგორა, დეკარტი, ჰეგელი, კანტი, ენგელსი).

ე. ი. სამყაროში მიმდინარე პროცესები აუცილებელია განვიხილოთ როგორც მატერიის მოძრაობის პროცესები დროსა და სივრცეში. მაგრამ ეს პროცესები არავითარ შემთხვევაში არ უნდა მივანეროთ სივრცეს, მატერია კი დავივიწყოთ ან უკანა პლანზე გადავნიოთ.

ჰარვარდის უნივერსიტეტის კოსმოლოგმა, დოქტორმა ფრედ უიპლიმ 1948 წელს გამოსცა წიგნი „მეტერიანი ღრუბლის ჰიპოტეზა“, რომელშიდაც განიხილავს კოსმოსური სხეულების ცენტრიდან არსებული შეკუმშვისა და დაცილების პროცესს.

უიპლის აზრით, პულსირებად სამყაროში დროის უსასრულო ნაკადში ადგილი აქვს ახალ ფორმათა შექმნისა და მათი რღვევის პერიოდულ პროცესებს, შეკუმშვისა და გაფართოების პროცესს, ანუ სტიქიურად ვლბულობთ ბუნების დიალექტიკურ კანონს, ანუ ისეთ წარმოდგენას, რომელიც მიმდინარეობს სამყაროში უსასრულოდ თვითაღდგენადი პერიოდული პროცესების გამო. ეს კი მატერიის მოძრაობის ძირითად ფორმას წარმოადგენს. იგი არ საჭიროებს არანაირ გარეშე ძალებსა და „პირველ ბიძგს“.

ბუნებაში არ არსებობენ ცალკეული დეტალები. ბუნების ყველა მოვლენა პერიოდული რხევითი მოძრაობის ზოგადი თვისების შედეგია, სადაც ეს რხევები ემორჩილებიან რხევათა მოძრაობის ზოგად კანონებს, ყოველგვარი სასწაულების გარეშე, ყოველგვარი განსაკუთრებული ძალის გარეშე – მხოლოდ გარდაუვალ, უტყუარ, დიალექტიკურ კანონებს. დიალექტიკური კანონების გამოგონება და მისი გარედან ბუნებაში შეტანა კი შეუძლებელია. ისინი ბუნებაში უნდა იყვნენ მოძიებულნი (ენგელსი, „ანტი-დიურინგი“).

ამრიგად, ჩვენ ყოველმხრივ განვიხილეთ მსოფლიო მიზიდულობის კანონი.

1. ჩავატარეთ პლანეტების მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებებისა და კეპლერის სამივე კანონის მათემატიკური ანალიზი.

2. განვიხილეთ მთვარის მოძრაობის ამოცანის პრაქტიკული ამოხსნა.

3. მოვახდინეთ ბუნების მოვლენების ანალიზი ფიზიკური თვალსაზრისით.

4. დიალექტიკურ-მატერიალისტური თვალსაზრისით განვიხილეთ მსოფლიო მიზიდულობის კანონი და ყველგან ნიუტონისეული მიზიდულობის ძალის ნაცვლად ვლბულობთ რხევით მოძრაობას, ანუ მიზიდვა-განზიდვას, საიდანაც გამომდინარეობს მთელი პლანეტარული მექანიკის როგორც კანონზომიერება, ასევე აგრეგაციის ყველა მდგომარეობის მახასიათებლები, დაწყებული გალაქტიკების ნელი ბრუნვიდან და დამთავრებული ელექტრონე-

ბის გამაღებელი მოძრაობით. მატერიალური სამყაროს ყველა ე. წ. „ძალეში“, იქნება ეს ხახუნის, ქიმიური – რომლებიც მატერიის დიდ ნაწილაკებს აკავებს ერთმანეთისგან გარკვეულ მანძილზე და არ აძლევს მათ გაბნევის საშუალებას, დრეკადი, რომლებიც სხეულს უნარჩუნებს თავის ფორმას, ბირთვული, რომელთა გავლენით ელექტრონები უდიდესი სიჩქარეებით ბრუნავენ ატომის ბირთვის ირგვლივ და სხეულთა ყველა სხვა ურთიერთქმედებანი ატარებენ რხევითი მოძრაობის სახეს.

აზრი რხევათა მოძრაობების არსებობისა და სუპერპოზიციის შესახებ, რომელიც თავის ნაშრომში განავითარა ბერნულიმ 1753 წელს, დაეხმარა მას მისულიყო იმ იდეამდე, რომლის ფორმულირება ასეთია: „ყოველ სისტემაში სხეულთა მოძრაობა ურთიერთმიმართ ყოველთვის წარმოადგენენ სხვადასხვა სახის მარტივ, წესიერ და მდგრად რხევებს“.

„აზრი მცირე რხევების თანაარსებობის შესახებ ლაგრანჟის წარმოდგენით არც თუ ისე ნათელი იყო, რა მხრიდანაც არ უნდა მიდგომოდა იგი ამ იდეას და მხოლოდ ფრანგი მეცნიერის ფურიესა და რიგი სხვა მეცნიერების მათემატიკური კვლევების შედეგად ლაგრანჟისათვის და სხვა ფიზიკოსებისათვის ნათელი გახდა, რომ ბერნულის იდეის დედააზრი ფიზიკაში ამიერიდან აღარ უნდა ინვევდეს არავითარ ეჭვს“ (იხ. დიურინგი: „მექანიკის ზოგადი პრინციპების კრიტიკული ისტორია“).

ამდენად რხევითი მოძრაობები წარმოადგენენ იმ უნივერსალურ კანონს, რომელიც მოიცავს მთელ სამყაროს, რომელშიც მატერიის მოძრაობის ყველა ფორმა: გალაქტიკათა მოძრაობა უსასრულო ვარსკვლავთშორისი სივრცეში, მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობა, ელექტრომაგნიტური, სინათლის, სითბური, აკუსტიკური, მექანიკური და ატომურ-მოლეკულური მოძრაობანი, რომლებსაც არავითარი ნათესაური კავშირი არა აქვს ფიზიკური ბუნების თვალთახედვით, სრულიად განსხვავდებიან პერიოდის, ამპლიტუდის და სიჩქარის მნიშვნელობით – ექვემდებარებიან ზოგად რხევით კანონზომიერებას; ეს იმას ნიშნავს, რომ რხევების ძირითადი კანონები, რომლებიც ზემომოყვანილ

სისტემებს ახასიათებს და ამ სისტემის მდგომარეობათა განმსაზღვრელ სიდიდეთა ცვლილების კანონზომიერებებიც ერთნაირია ყველა სახის მოძრაობისათვის.

მოძრაობის ეს ძირითადი ფორმა – რხევითი მოძრაობა წარმოადგენს იმ ერთადერთ, თავისთავად ფორმას, რომელსაც „სამყაროს ერთიანობისკენ“ მივყავართ.

დროებით თავი ვანებოთ რეალური სინამდვილისა და მიზიდულობის თეორიის არა ნაკლებ მნიშვნელოვან შეუთანხმებლობას და შევეცადოთ ჩამოვაცალიბოთ საპლანეტო მექანიკის ნამდვილი სურათი რხევათა მოძრაობის კანონების საფუძველზე, თანახმად ანალიტიკური მექანიკის იმ მონაცემებისა, რომლებიც მიიღება დაკვირვების შედეგად ჩვენს ყოველდღიურ ყოფაში. საჭიროა მხოლოდ უარის თქმა მოგონილ აქსიომებზე, შეთხზულ მიმზიდველ ძალაზე, „პირველ ბიძგზე“, აბსოლუტურ უძრაობაზე, თანაბარ მოძრაობაზე და სივრცის სიმრუდეზე.

თავი III

კვლარის ელიფსის აგება რხევათა მოძრაობის კანონების საფუძველზე

§11. კვლარის პირველი და მეორე კანონების გამოყვანა

მეცნიერებაში რატომღაც დამკვიდრდა აზრი რომ რხევითი მოძრაობების შეკრების შედეგად შეუძლებელია კვლერის ელიფსის აგება. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ აჩქარებები (ან ძალები), რომლებიც პირდაპირპროპორციულნი არიან მანძილისა, თავისი მოძრაობის ცენტრს ელიფსის გეომეტრიულ ცენტრში ღებულობენ, ხოლო აჩქარებები (ან ძალები), რომლებიც მანძილის კვადრატის უკუპროპორციულნი არიან – ელიფსის ფოკუსში.

§ნ-ში ჩვენ მიერ ნაჩვენები იყო, რომ ყოველი რხევითი მოძრაობისას, ჰარმონიული რხევითი მოძრაობის ჩათვლით, აჩქარება პირდაპირპროპორციულია მანძილისა, როდესაც იგი გამოსახულია კუთხური სიჩქარით და უკუპროპორციულია მანძილის კვადრატისა, როდესაც იგი გამოსახულია სექტორული სიჩქარით.

ვაჩვენოთ, თუ როგორაა შესაძლებელი რხევათა მოძრაობების შეკრების გზით კვლერის ელიფსის და მისი ყველა თვისების მიღება. ეს თვისებები განეკუთვნებიან სიჩქარეს, აჩქარებას, კუთხურ და სექტორულ სიჩქარეს. ვაჩვენებთ, აგრეთვე, რომ ციურ მექანიკაში შემჩნეული და პლანეტების მოძრაობასთან დაკავშირებული ყველა მოვლენა მიიღება როგორც რხევათა მოძრაობების შეკრების აუცილებელი შედეგი.

ამ საკითხის გასარკვევად აუცილებელია პლანეტების მოძრაობის სახის დადგენა ექსცენტრისიტეტების ხანგრძლივპერიოდული ცვლილებისას და პლანეტის ორბიტის დახრის კუთხის ცვლილებისას ძირითადი სიბრტყის მიმართ.

სტოკუელისა და ლევერიეს ცხრილების საშუალებით უნდა წარმოვიდგინოთ (ფორმულა 16), რომ რაღაც მყარი სხეული, მაგალითად პლანეტა, ასრულებს ჰარმონიულ რხევით მოძრაობას

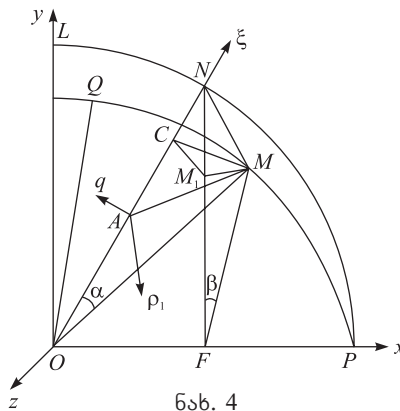
$$x = a \cos \Omega t \quad \text{და} \quad y = a \sin \Omega t$$

ამასთან ერთად მოძრაობდეს ქანქარისებურადაც.

იმისათვის, რომ ნათლად წარმოვიდგინოთ მოძრაობის სახე, ტრაექტორია, სიჩქარე, აჩქარება, კუთხური და სექტორული სიჩქარეები, მივაკუთვნოთ ეს მოძრაობები შესაბამის საკოორდინატო სისტემას და დავწეროთ ამ მყარი სხეულის მოძრაობის განტოლებები ანალიზური მექანიკის კანონების თანახმად. ფარდობითი მოძრაობის კანონების თანახმად უნდა წარმოვიდგინოთ, რომ M სხეული ერთდროულად S და Σ გარემოში მოძრაობს.

M სხეულის მდებარეობა S გარემოში განისაზღვრება საკოორდინატო სისტემით, რომლის ღერძებია $Oxyz$, Σ გარემოში კი იმ საკოორდინატო სისტემით, რომლის ღერძებია $A\xi, \eta, \zeta$. თვით Σ გარემო მოძრაობს S გარემოში.

M სხეულის მოძრაობას Σ გარემოში დავარქვათ ფარდობითი, Σ გარემოს მოძრაობას S გარემოში კი – გადატანითი.



მაშინ M სხეულის მოძრაობა S გარემოში იქნება აბსოლუტური. თუ აბსოლუტური მოძრაობის კოორდინატებს აღვნიშნავთ x , y და z -ით, გადატანითი მოძრაობის კოორდინატებს x_A , y_A და z_A -ით ფარდობითი მოძრაობის კოორდინატებს ξ_1 , η_1 , ζ_1 -ით და კუთხეს, რომელიც იქმნება გადატანითი მოძრაობისას E -თი, შეიძლება M სხეულის მოძრაობის განტოლების შემდეგი სახით ჩანერგა:

$$\text{გადატანითი მოძრაობისას} \\ OF=x_A=acosE; \quad NF=y_A=asinE; \quad z_A=0 \quad (20)$$

$$\text{ფარდობითი მოძრაობისას} \\ AC=\xi_1=AMcos2\alpha; \quad \eta_1=0; \quad CM=\zeta_1=\frac{a}{2}sin2\alpha$$

$$\text{ანუ } \xi_1=\frac{a}{2}cos2\alpha; \quad \eta_1=0; \quad \zeta_1=\frac{a}{2}sin2\alpha... \quad (21)$$

$$\text{სადაც } ON=A; \quad OA=AN=AM=\frac{a}{2},$$

$$\text{კუთხე } NOM=\angle\alpha; \quad \angle PON=\angle E.$$

ფორმულა (20)-ის და ნახ. 4-ის თანახმად, სხეულის ბრუნვა ხდება xOy სიბრტყეში, ე. ი. $POLNP$ სიბრტყეში Oz ღერძის ირგვლივ, სხეულის რხევა კი – $NOMN$ სიბრტყეში ფორმულა (21)-ის თანახმად.

ბუნების ძირითადი კანონი – ქანქარის რხევის სიბრტყის სტაბილურობის შენარჩუნება მდგომარეობს იმაში, რომ რხევის $NOMN$ სიბრტყე დარჩეს პერპენდიკულარული განსაზღვრულ სიბრტყე $POQNP$ -დმი ყოველგვარი გადაადგილების შემთხვევაში.

თვით $POQNP$ სიბრტყე დახრილია გადატანითი მოძრაობის xOy სიბრტყისადმი β კუთხით. ე. ი.

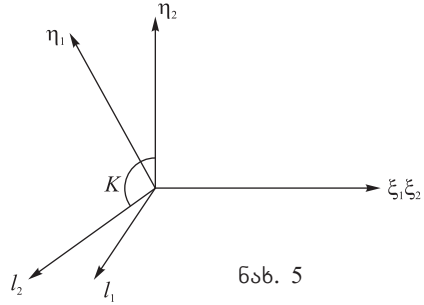
$$\angle QOL=\angle MFM_1=\angle MFN=\angle\beta=const. \quad (22)$$

მაშასადამე ფარდობითი მოძრაობის $NOMN$ სიბრტყე ადგენს ცვლად K კუთხეს გადატანითი მოძრაობის $POLNP$ სიბრტყესთან. ნერტილი M_1 წარმოადგენს M ნერტილის პროექციას xOy სიბრტყეზე.

იმის გამო, რომ რხევათა სიბრტყე $NOMN$ მუდმივია, ფარდობითი მოძრაობის კოორდინატთა ღერძები $A\xi_1\eta_1\zeta_1$ არ ემთხვევა აბსოლუტური მოძრაობის Oxy სიბრტყის კოორდინატებს.

იმისათვის, რომ ფარდობითი მოძრაობის კოორდინატები გამოვსახოთ აბსოლუტურ კოორდინატებში, მივაკუთვნოთ ფარდობითი მოძრაობა (ფორმულა 21) ახალ საკოორდინატო სისტემას $A\xi_2\eta_2\zeta_2$, სადაც ღერძი $A\xi_2$ ემთხვევა $A\xi_1$ ღერძს; ღერძი $A\xi_2$ და ღერძი OZ – პარალელურია. ძველ და ახალ ღერძებს შორის არსებული კუთხის კოსინუსები მოცემულია ნახ. 5-ზე მოცემული სქემის მიხედვით.

	ξ_1	η_1	ζ_1
ξ_2	1	0	0
η_2	0	$\sin k$	$-\cos k$
ζ_2	0	$\cos k$	$\sin k$



გადასვლა ღერძთა შორის ხდება შემდეგი ფორმულის საშუალებით:

$$\begin{aligned}\xi_2 &= \xi_1 + \eta_1 \cdot 0 + \zeta_1 \cdot 0, \\ \eta_2 &= \xi_1 \cdot 0 + \eta_1 \sin k + \zeta_1 (-\cos k), \\ \zeta_2 &= \xi_1 \cdot 0 + \eta_1 \cos k + \zeta_1 \sin k,\end{aligned}$$

საიდანაც

$$\xi_2 = \xi_1 = \frac{a}{2} \cos 2\alpha; \quad \eta_2 = -\frac{a}{2} \sin 2\alpha \cos k; \quad \zeta_2 = \frac{a}{2} \sin 2\alpha \sin k.$$

უფრო თვალნათლივ და მოხერხებული რომ იყოს, ფარდობითი მოძრაობის კოორდინატთა სათავე გადავიტანოთ A წერტილიდან N წერტილში (ნახ. 4).

მაშინ გადატანითი მოძრაობის კოორდინატები იქნება:

$$x_A = a \cos E; \quad y_A = a \sin E; \quad z_A = 0,$$

ფარდობითი მოძრაობის კი

$$\left. \begin{aligned}\xi &= \frac{a}{2} \cos 2\alpha - \frac{a}{2} = -a \sin^2 \alpha \\ \eta &= -\frac{a}{2} \sin 2\alpha \cos k = -a \sin \alpha \cos \alpha \cos k \\ \zeta &= \frac{a}{2} \sin 2\alpha \sin k = a \sin \alpha \cos \alpha \sin k\end{aligned} \right\} \quad (23)$$

რის შემდეგ კავშირი აბსოლუტურ, გადატანით და ფარდობით მოძრაობათა შორის გამოისახება შემდეგი სახით:

$$\left. \begin{aligned} x &= x_A + \xi \lambda_x + \eta \mu_x + \zeta v_x \\ y &= y_A + \xi \lambda_y + \eta \mu_y + \zeta v_y \\ z &= z_A + \xi \lambda_z + \eta \mu_z + \zeta v_z \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

სადაც $\lambda_x, \lambda_y, \dots, \mu_x, \mu_y, \dots, v_x, v_y, \dots$; x_A, z_A ნარმოადგენს Σ გარემოს კოორდინატებს S გარემოს მიმართ; კუთხეების λ_x, \dots, v_z კოსინუსები კი მოცემულია შემდეგი ცხრილის მიხედვით:

	ξ	η	ζ
x	$\lambda_x = \cos E$	$\mu_x = -\sin E$	$v_x = 0$
y	$\lambda_y = \sin E$	$\mu_y = \cos E$	$v_y = 0$
z	$\lambda_z = 0$	$\mu_z = 0$	$v_z = 1$

თუ შევიტანთ მნიშვნელობებს

$$\cos k = \frac{\cos E \sin \beta}{\cos \alpha} \quad \text{და} \quad \sin k = \frac{\cos \beta}{\cos \alpha}$$

და გავითვალისწინებთ, რომ NOM მართკუთხა სამკუთხედიდან გვაქვს:

$$\begin{aligned} NM^2 &= a^2 - R^2 = f^2 \sin^2 E = a^2 \sin^2 \alpha, \\ \sin \alpha &= e \sin E, \end{aligned}$$

მივიღებთ

$$\left. \begin{aligned} x &= \{x_A\} + \{x_1\} = \{a \cos E\} + \{0\} \\ y &= \{y_A\} + \{y_1\} = \{a \sin E\} + \{-f \sin \beta \sin E\} \\ z &= \{z_A\} + \{z_1\} = \{0\} + \{f \cos \beta \sin E\} \end{aligned} \right\} \quad (24a)$$

ფიგურულ ფრჩხილებში $\{ \}$ მოცემულია გადატანითი მოძრაობის მდგენელები Ox ; Oy და Oz კოორდინატთა ღერძებზე, კვადრატულ ფრჩხილებში – ფარდობითი მოძრაობის მდგენელები იმავე ღერძებზე.

აქ $a \cos E$ არის გადატანითი მოძრაობის მდგენელი x ღერძზე; $a \sin E$ – გადატანითი მოძრაობის მდგენელი y ღერძზე; $-f \sin \beta \sin E = -a \sin \beta \sin \alpha$ – ფარდობითი მოძრაობის მდგენელი y ღერძზე;

$f\cos\beta\sin E = a\cos\beta\sin\alpha$ – ფარდობითი მოძრაობის მდგენელი x ღერძის გასწვრივ.

როგორც ვხედავთ, ფარდობით მოძრაობას არა აქვს მდგენელი x ღერძის გასწვრივ მოცემულ საკოორდინატო სისტემაში.

ვიპოვოთ მოძრაობის ტრაექტორია; ამისთვის ფორმულები (24ა) წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით:

$$\left. \begin{aligned} x &= a\cos E \\ y &= a\sin E - f\sin\beta\sin E = a\cos^2\beta\sin E \\ z &= a\sin\beta\cos\beta\sin E. \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

მაშინ ტრაექტორიისთვის გვექნება

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2\cos^2\beta} + \frac{z^2}{a^2\cos^2\beta} = 1$$

ანუ ბრუნვის ელიფსოიდი x ღერძის მიმართ.

ტრაექტორია მიიღება ამ ელიფსოიდის თანაკვეთით ელიფსის სიბრტყესთან

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2+z^2}{a^2\cos^2\beta} = 1, \quad \text{ე. ი. ელიფსი.}$$

ეს იქიდანაც ჩანს, რომ ფარდობითი მოძრაობა არ იძლევა მდგენელს x ღერძის გასწვრივ იმის გამო, რომ NOM რხევების სიბრტყე არ იცვლება. ამიტომ სიბრტყე NOM ყოველთვის პერპენდიკულარულია POQ სიბრტყისადმი ანუ ტრაექტორიის სიბრტყისადმი.

მაშასადამე, სხეულის ტრაექტორია წარმოადგენს POL წრის პროექციას POQ სიბრტყეზე, რაც აგრეთვე ელიფსს წარმოადგენს.

მეორე მხრივ, სხეულის აბსოლუტური მოძრაობა (ფორმულა 24ა), რომელიც საკოორდინატო სისტემას $Oxyz$ მივაკუთვნეთ (ნახ. 4) შეიძლება ახალ $OXYZ$ საკოორდინატო სისტემასაც მივაკუთვნოთ; მაშინ ძველი და ახალი ღერძების კუთხეების თანაფარდობა მოიცემა შემდეგი ცხრილით:

	x	y	z
X	1	0	0
Y	0	$\cos\beta$	$\sin\beta$
Z	0	$-\sin\beta$	$\cos\beta$

თუ მოვახდენთ ღერძთა ერთი სისტემიდან მეორე სისტემაზე გადასვლას, მივიღებთ:

$$X=x; \quad Y=y\cos\beta+z\sin\beta; \quad Z=-y\sin\beta+z\cos\beta.$$

თუ შევიტანთ x , y და z -ს (24ა) ფორმულიდან, მივიღებთ

$$X=\cos E,$$

$$Y=b\sin E,$$

$$Z=0.$$

მაშასადამე, ვღებულობთ $OXYZ$ საკოორდინატო სისტემაში.

ასე რომ, კეპლერის პირველი კანონი იმის შესახებ, რომ პლანეტები შემოწერენ ელიფსს, დასტურდება მათემატიკური სიზუსტით შემდეგი რხევითი მოძრაობების შეკრებით: ბრუნვითის (ფორმულა 20) რალაც ღეძის მიმართ და ქანქარისმაგვარისა (ფორმულა 21).

ასეთი მათემატიკური სიზუსტით ელიფსის მიღება წრფივი მოძრაობისა (რომლის მიმართულება მზის მიზიდულობის გამო ცენტრისკენაა) და წრფივი თანაბარი მოძრაობის (რომელიც ინერციის გამოა) შეკრების შედეგად არ ხერხდება და არც არასოდეს მოხერხდება. არ მოხერხდება იმიტომ რომ, ეს მოძრაობები არარეალურია, ისინი არ არსებობენ და წარმოადგენენ ჩვენი მეტაფიზიკური აზროვნების პროდუქტს.

გეომეტრიული შედეგი

გადატანითი მოძრაობა (ნახ. 4):

$$x_A=OF=a \cos E,$$

$$y_A=NF=a \sin E,$$

$$z_A=0.$$

ფარდობითი მოძრაობა:

$$\xi=AC=\frac{a}{2} \cos 2\alpha; \quad \eta=0; \quad \zeta=\frac{a}{2} \sin 2\alpha,$$

სადაც

$$A=OP=ON; \quad \angle E=\angle PON; \quad \angle \alpha=\angle NOM; \quad \angle \beta=\angle MFN.$$

სხეულის ბრუნვა ხდება xOy სიბრტყეში, ქანქარისებური რხევა კი – NOM სიბრტყეში და მისი მიმართულება რჩება უცვლელი.

აბსოლუტური მოძრაობის კოორდინატებია (ნახ. 4, ფორმულა 25):

$$\begin{aligned}x &= OF = \{x_1\} = \{a \cos E\}; \\y &= M_1 F = \{NF\} - \{NM_1\} = \{a \sin E\} - \{NM \cos(90 - \beta)\} = \\&= \{a \sin E\} - [a \sin^2 \beta \sin E] = a \cos^2 \beta \sin E; \\z &= (0) + [M_1 M] = [NM \cos \beta] = a \sin \beta \cos \beta \sin E.\end{aligned}$$

ფიგურულ ფრჩხილებში მოცემულია გადატანითი მოძრაობის მდგენელები საკოორდინატო ღერძების Ox , Oy და Oz გასწვრივ, კვადრატულ ფრჩხილებში – ფარდობითი მოძრაობის მდგენელები იმავე ღერძების გასწვრივ.

ვიპოვოთ სექტორული სიჩქარეები Ox , Oy და Oz ღერძების გასწვრივ

$$\left. \begin{aligned}2S_x &= yz' - zy' = 0 \\2S_y &= zx' - xz' = -a^2 \sin \beta \cos \beta E' \\2S_z &= xy' - yx' = a^2 \cos^2 \beta E'\end{aligned} \right\} \quad (26)$$

S_x , S_y და S_z გავამრავლოთ შესაბამისად x , y და z -ზე და ავილოთ მათი ჯამი

$$S_x x + S_y y + S_z z = 0 \quad (27)$$

ეს გამოსახულება გვიჩვენებს, რომ სხეულის მოძრაობა ხდება იმ სიბრტყეში, რომელიც გადის კოორდინატთა სათავეზე, ანუ O წერტილზე. ეს დასკვნა იქიდანაც ჩანს, რომ სექტორული სიჩქარე S Ox ღერძის ირგვლივ ნულის ტოლია, ანუ სხეული მოძრაობს ZOY სიბრტყის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში. სხეულის ტრაექტორია კი ისევე ელიფსი იქნება:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2 \cos^2 \beta} + \frac{z^2}{a^2 \cos^2 \beta} = 1$$

ვიპოვოთ ელიფსის სიბრტყის დახრილობა xOy სიბრტყისადმი

$$\cos i = \frac{2S_z}{\sqrt{4S_x^2 + 4S_y^2 + 4S_z^2}} = \cos \beta \quad (28)$$

ექსცენტრისიტეტის კუთხე $\beta = \arcsine$ წარმოადგენს პლანეტის ორბიტის დახრას ლაპლასის სიბრტყისადმი. მაშასადამე, სხეულის ტრაექტორიის სიბრტყე (ელიფსი) დახრილია xOy სიბრტყისადმი β კუთხით, სადაც $\beta = \angle MFN$, მაშინ ელიფსის ღერძებია:

$$b = a \cos \beta; \quad a^2 - b^2 = f^2; \quad f = ae; \quad e = \sin \beta.$$

სხეულის უდიდესი სექტორული სიჩქარე კი იქნება ის სიჩქარე, რომელიც მას აქვს ტრანექტორიის სიბრტყის ნორმალის ირგვლივ, ანუ იმ ღერძის მიმართ, რომელიც გადის ელიფსის გეომეტრიულ ცენტრზე.

ამ მაქსიმალური სექტორული სიჩქარის მნიშვნელობა ტოლია:

$$2S = \sqrt{(2S_x)^2 + (2S_y)^2 + (2S_z)^2} = E'ab \quad (29)$$

განვსაზღვროთ აგრეთვე სექტორული სიჩქარის მნიშვნელობა იმ ღერძის ირგვლივ, რომელიც პარალელურია ტრანექტორიის სიბრტყის ნორმალისა და რომელიც გადის ფოკუსზე. ეს იმას ნიშნავს, რომ კოორდინატთა სათავემ გეომეტრიული ცენტრიდან გადაინაცვლა ფოკუსში. ამ შემთხვევაში აბსოლუტური მოძრაობის კოორდინატები და ღერძების ირგვლივ არსებული სექტორული სიჩქარეები გამოისახება შემდეგნაირად:

$$\left. \begin{aligned} x &= a \cos E - f; \quad y = a \cos^2 \beta \sin E; \quad z = a \sin \beta \cos E; \\ 2S_{1x} &= yz' - zy' = 0 \\ 2S_{1y} &= zx' - xz' = -\sin \beta [E'ab - E'fbcosE] \\ 2S_{1z} &= xy' - yx' = \cos \beta [E'ab - E'fbcosE] \end{aligned} \right\} \quad (30)$$

სექტორული სიჩქარე ფოკუსზე გამავალი ღერძის ირგვლივ კი იქნება

$$2S_1 = \sqrt{(2S_{1x})^2 + (2S_{1y})^2 + (2S_{1z})^2} = ab(E' - E'e \cos E). \quad (31)$$

მივცეთ $E' - E'e \cos E$ გამოსახულებას ფიზიკური აზრი. თანახმად ჩვენი აღნიშვნებისა, E არის კუთხე, რომელიც გვაქვს გადატანითი მოძრაობის დროს და რომელიც ციურ მექანიკაში „ექსცენტრიკული ანომალიის“ სახელითაა ცნობილი. მაშინ E' არის გადატანითი მოძრაობის კუთხური სიჩქარე, რომელიც მექანიკის კანონების თანახმად ტოლია ჰარმონიული რხევითი მოძრაობის კუთხური სიჩქარისა Ω და ფარდობითი მოძრაობის კუთხური სიჩქარის $E'e \cos E$ გეომეტრიული ჯამისა:

$$E' = \Omega + E'e \cos E, \quad (32)$$

საიდანაც $E' - E'e \cos E = \Omega$; ასტრონომიაში ამ სიდიდეს – Ω -ს საშუალო სადღეღამისო მოძრაობა ეწოდება და აღინიშნება n -ით.

ამრიგად, თუ არ არსებობს შემაშფოთებელი ძალა, ანუ ქანქარისებური მოძრაობა, პლანეტა ასრულებს ჰარმონიულ რხევით მოძრაობას მუდმივ (უცვლელ) სიბრტყეში;

ეს წრიული მოძრაობაა და მისი კუთხური სიჩქარეა $\Omega=n$.

ეს დასკვნა ემთხვევა ციური მექანიკის მონაცემებს:

„თუ განტოლებაში შემავალი პერტურბაციული R ფუნქცია ნულის ტოლია, გვაქვს უშფოთველი მოძრაობის შემთხვევა და იგი მიმდინარეობს უცვლელ სიბრტყეში“ (იხ. სუბოტინი, „ციური მექანიკის კურსი“).

თუ კი სხეული გარემოს მიმართ არ ასრულებს ფარდობით მოძრაობას, მაშინ მისი გადატანითი მოძრაობა ემთხვევა აბსოლუტურ მოძრაობას.

ამ განტოლების ინტეგრირების შედეგად ვღებულობთ კეპლერის საყოველთაოდ ცნობილ განტოლებას

$$E - e \sin E - \Omega(t - T) = n(t - T) = M,$$

სადაც T – ინტეგრირების მუდმივაა.

კუთხე $M = \Omega(t - T)$ ასტრონომიაში ატარებს საშუალო ანომალიის სახელს და M ასოთი აღინიშნება. თუ უკანასკნელ განტოლებას გავამრავლებთ ელიფსის a და b ნახევარღერძებზე, მივიღებთ ფართობებს, რომლებსაც პლანეტის რადიუს-ვექტორი შემოწერს (იხ. ნახ. 6).

$$Eab - fbsinE = \Omega(t - T)ab = n(t - T)ab = 2k(t - T). \quad (33)$$

ასეთი განსაზღვრის შემოღების შემდეგ, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ პლანეტის სექტორალური სიჩქარე ფოკუსის ირგვლივ

$$2k = \Omega ab = E'ab - E'fbcosE = \text{const} \quad (34)$$

წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს, რომლითაც შესაძლებელია კეპლერის ელიფსის დახასიათება. სხვათა შორის, ეს განსაზღვრა ჯერ კიდევ მეორე საუკუნეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე შემოიღო ჰიპარხმა და იგი ყველა ორბიტალური მოძრაობისთვისაა მიღებული დღევანდელი დღის ჩათვლით, როდესაც ვსაუბრობთ ასტრონომიაზე.

გამოსახულებას $E' - E'e \cos E$ -ს ასტრონომიაში ხელოვნურად ანიჭებენ გარკვეულ ფიზიკურ აზრს.

ამ მიზნით წარმოსახვენ რაღაც ფიქტიურ პლანეტას, რომელიც მოძრაობს a რადიუსის მქონე წრეზე (ელიფსის დიდ ნახევარღერძზე) მუდმივი n კუთხური სიჩქარით.

მაშინ გამოსახულება $E' - E' \cos E$ ან გამოსახულება $E - \sin E = M$ შეიძლება წრის სიბრტყეზე გამოისახოს როგორც ამ ფიქტიური პლანეტის რადიუს-ვექტორის მიერ შედგენილი კუთხე პერიგელიას მიმართულებასთან.

როდესაც $E=0$, $M=0$, როდესაც $E=180^\circ$, $M=180^\circ$ და საერთოდ, როდესაც $E=k\pi$, მაშინ $M=k\pi$, ფიქტიური პლანეტა ასეთ შემთხვევაში რეალურ პლანეტასთან ერთდროულად გადის პერიგელიაზე და აფელიაზე და ასრულებს სრულ ბრუნს T დროში. კუთხე $M=nt$ წარმოადგენს საშუალო ანომალიას და გამოსახულებას:

$$E' - E' \cos E = n \quad (34a)$$

საშუალო სადღელამისო მოძრაობა ეწოდება.

ნახ. 6-ზე ნაჩვენებია, რომ რკალი

$$\cup PN = \angle E = \angle PON; \cup Nk = \sin E = \sin \alpha; \cup Pk = n(t - T) = M.$$

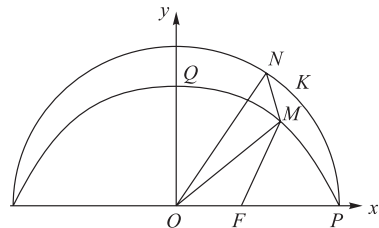
საშუალოდ რკალი M დროის ერთი და იმავე შუალედებისათვის ერთი და იგივეა და ამიტომ მას საშუალო ანომალიას უწოდებენ და იგი ტოლია $M = n(t - T)$, სადაც n - მოცემული ეპოქის საშუალო სადღელამისო მოძრაობაა. განტოლება $E - \sin E = M = n(t - T)$ - კეპლერის განტოლებაა და დროის მოცემული t მომენტისათვის E -ს მნიშვნელობის განმსაზღვრელია.

განტოლება $E - \sin E$ - ტრანსცენდენტულია; როდესაც M და E გამოსახულია გრადუსებში, მაშინ e -ც გრადუსებში უნდა იყოს გამოსახული: $e^0 = 57^\circ, 29578e$ შესაძლებელია რადიანებშიც გამოსახოს.

ფორმულა (34)-ში $2k$ წარმოადგენს ფოკუსის ირგვლივ არსებულ სექტორული სიჩქარის გაორმაგებულ მნიშვნელობას (ნახ. 6), სადაც

$$\angle PON = E; OF = f;$$

$$OP = A; OQ = b;$$



ნახ. 6

$nab(t-T)$ წარმოადგენს $2MFP=2kt$ -ს ფართობს, რომელსაც შემონერს რადიუს-ვექტორი ფოკუსის ირგვლივ $\tau=(t-T)$ დროში; $ab - 2OMP$ -ს ფართობია; $fb\sin E - 2OMF$ -ს ფართობი.

სექტორალური სიჩქარის $2k$ -ს მუდმივობა ფოკუსის მიმართ

$$2k=r^2\varphi'$$

შეიძლება მოძრაობის რაოდენობის მომენტის შენახვის კანონიდანაც გამოვიყვანოთ:

$$J\varphi'=\text{const},$$

სადაც J – ინერციის მომენტი, φ' – კუთხური სიჩქარე.

თუ შევიტანთ ინერციის მომენტის მნიშვნელობას $J=mr^2$, შეიძლება ჩავწეროთ:

$$r^2\varphi'=\text{const}.$$

სექტორალური სიჩქარის მუდმივობა შეიძლება შემდეგი დიფერენციალური განტოლებებიდანაც იქნას მიღებული $x''+\frac{m^2}{r^3}x=0$ და $y''+\frac{m^2}{r^3}y=0$ შესაბამისი გარდაქმნების შემდეგ, რის შემდეგ მივიღებთ: $xy'-yx'=r^2\varphi'=C=\text{const}$, სადაც C – ინტეგრირების მუდმივაა.

§12. პლანეტის სიჩქარე და აჩქარება

ვიპოვოთ პლანეტის სიჩქარისა და აჩქარების მნიშვნელობები.

(24) ფორმულების დიფერენცირების შედეგად ვღებულობთ:

$$\left. \begin{aligned} x' &= \{x'_A + \xi\lambda'_x + \eta\mu'_x + \zeta\nu'_x\} + [\xi\lambda_x + \eta\mu_x + \zeta\nu_x] \\ y' &= \{y'_A + \xi\lambda'_y + \eta\mu'_y + \zeta\nu'_y\} + [\xi\lambda_y + \eta\mu_y + \zeta\nu_y] \\ z' &= \{z'_A + \xi\lambda'_z + \eta\mu'_z + \zeta\nu'_z\} + [\xi\lambda_z + \eta\mu_z + \zeta\nu_z] \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

შესაბამისი მნიშვნელობების შეტანის შემდეგ ვღებულობთ:

$$\begin{aligned} x' &= \{-aE'\sin E\cos^2\beta\} + [-f\sin\beta E'\sin E] = -aE'\sin E; \\ y' &= \{aE'\cos E\} + [-f\sin\beta E'\cos E] = a\cos^2\beta E'\cos E; \\ z' &= \{0\} + [f\cos\beta E'\cos E] = a\sin\beta\cos\beta E'\cos E. \end{aligned}$$

სადაც ფიგურულ ფრჩხილებში გვაქვს გადატანითი სიჩქარე, კვადრატულ ფრჩხილებში – ფარდობითი სიჩქარე

$$v^2=(x')^2+(y')^2+(z')^2=\{E'a\}^2-[E'f\cos E]^2=E'^2r_1r_2$$

ანუ ვექტორული ფორმით

$$\vec{v} = \vec{E'a} - \vec{E'f\cos E}.$$

მაშასადამე, აბსოლუტური სიჩქარე გადატანითი და ფარდობითი სიჩქარეების გეომეტრიულ ჯამს წარმოადგენს.

იგივე პროცესი ჩავატაროთ აჩქარებისათვის. განტოლებები (35) დროის მიხედვით დიფერენცირების შემდეგ მიიღებენ შემდეგ სახეს:

$$x''=\{x_A''+\xi\lambda_x''+\eta\mu_x''+\zeta\nu_x''\}+[\xi''\lambda_x+\eta''\mu_x+\zeta''\nu_x]+2(\xi'\lambda_x'+\eta'\mu_x'+\zeta'\nu_x');$$

$$y''=\{y_A''+\xi\lambda_y''+\eta\mu_y''+\zeta\nu_y''\}+[\xi''\lambda_y+\eta''\mu_y+\zeta''\nu_y]+2(\xi'\lambda_y'+\eta'\mu_y'+\zeta'\nu_y');$$

$$z''=\{z_A''+\xi\lambda_z''+\eta\mu_z''+\zeta\nu_z''\}+[\xi''\lambda_z+\eta''\mu_z+\zeta''\nu_z]+2(\xi'\lambda_z'+\eta'\mu_z'+\zeta'\nu_z').$$

შესაბამისი მნიშვნელობების შეტანის შემდეგ მივიღებთ

$$x''=\{-a\cos^2\beta E''\sin E - aE'^2\cos E\}+[-f\sin\beta E''\sin E - 2f\sin\beta E'^2\cos E]+2(f\sin\beta E'^2\cos E);$$

$$y''=\{aE''\cos E - a\cos^2\beta E''\sin E\}+[-f\sin\beta E''\cos E + 2f\sin\beta E'^2\sin E]-2(f\sin\beta E'^2\sin E);$$

$$z''=\{0\}+[f\cos\beta E''\cos E - f\cos\beta E'^2\sin E]+2(0).$$

აქაც ფიგურულ ფრჩხილებში გვაქვს გადატანითი მოძრაობის აჩქარების მდგენელები, კვადრატულში კი – ფარდობითი მოძრაობის აჩქარების მდგენელები. უბრალო ფრჩხილებში – კორიოლისის აჩქარება.

შესაბამისი გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ:

$$x''=-a(E''\sin E+E'^2\cos E);$$

$$y''=a\cos^2\beta(E''\cos E-E'^2\sin E);$$

$$z''=a\sin\beta\cos\beta(E''\cos E-E'^2\sin E).$$

მაშინ აჩქარებისათვის ვღებულობთ

$$G^2=(x'')^2+(y'')^2+(z'')^2=(E''^2a)^2+(E'^2a)^2-[(E''f\cos E)^2+(E'^2f\sin E)^2-2E''E'^2f\sin E\cos E]$$

და საბოლოოდ

$$G=-E'^2a.$$

§13. კეპლერის მესამე კანონის გამოყვანა

როგორც თეორიული მექანიკიდანაა ცნობილი, კეპლერის მოძრაობის სრული ენერგია ჩაინერება შემდეგი სახით (იხ. ფორმულა 15)

$$E = -\mu^2 \frac{m}{2a} = \frac{1}{2} mv^2 = \mu^2 \frac{m}{r}$$

საიდანაც მივიღებთ

$$v^2 a \frac{r_1}{r_2} = \mu^2$$

(r_1 და r_2 – ელიფსის რადიუს-ვექტორებია),

მაგრამ ფორმულა (5)-ის მიხედვით

$$v^2 = E^2 r_1 r_2 = n^2 \frac{a^2}{r_j^2} r_1 r_2$$

მაშასადამე

$$v^2 a \frac{r_1}{r_2} = n^2 a^3 = \mu^2.$$

გამოსახულება $n^2 a^2$ წარმოადგენს კეპლერის მესამე კანონის ჭეშმარიტ მნიშვნელობას.

(აქ n – საშუალო სადღელამისო მოძრაობაა და $\mu^2 = \frac{4k^2}{b^4} a = \text{const}$ ყველა პლანეტისათვის).

დასკვნების მიღება კეპლერის მესამე კანონის შესახებ უფრო ზუსტი და მისაღები ფორმით გაცილებით ადვილია, თუ მივმართავთ რხევითი მოძრაობების თვისებებს. პლანეტების მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებებიდან, რომლებიც (2) და (2ა) ფორმულებითაა მოცემული, გვაქვს

$$\omega^2 = \frac{m^2}{r^3} = n^2 \frac{1}{(1 - \cos E)^3},$$

საიდანაც

$$\omega^2 r^3 = n^2 a^3 = \mu^2,$$

სადაც ω – რხევითი სისტემის საკუთარი სიხშირეა.

რხევითი მოძრაობის სუპერპოზიციის შედეგად, რომლებშიც რეალურად მონაწილეობს პლანეტა, ვღებულობთ პლანეტის აბსოლუტურ მოძრაობას. სუპერპოზიციის კი მონაწილეობენ გადატანითი მოძრაობის რხევები (ფორმულა 8).

$$x_A = a \cos E; \quad y = a \sin E; \quad Z_A = 0$$

და ფარდობითი მოძრაობის რხევები (ფორმულა 10).

$$\xi = \frac{a}{2} \cos 2\alpha; \quad \eta = 0; \quad \zeta = \frac{a}{2} \sin 2\alpha,$$

მიღებული აბსოლუტური მოძრაობა კი ასე გამოისახება:

$$\begin{aligned}x &= a \cos E \\y &= a \cos^2 \beta \sin E \\z &= a \sin \beta \cos \beta \sin E,\end{aligned}$$

საიდანაც სრული მათემატიკური თანმიმდევრობით ვღებულობთ არა მხოლოდ კეპლერის სამ კანონს, არამედ პლანეტების მოძრაობების ყველა თვისებასაც, თანაც ყველაზე მარტივი და დამაჯერებელი ფორმით.

ასე რომ, მეცნიერებაში დამკვიდრებული აზრი იმის შესახებ, რომ რხევითი მოძრაობების კანონებიდან შეუძლებელია კეპლერის მოძრაობის მიღება, მცდარია. ბუნების ყველა მოვლენის, მათ შორის მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობაც, მიმდინარეობს მხოლოდ და მხოლოდ პერიოდული რხევითი მოძრაობის კანონების თანახმად.

კეპლერის ელიფსის დაშლა ორ მოძრაობად, რომლებიც ერთ სიბრტყეში მიმდინარეობს და რომელთაგან ერთი მზის მიზიდულობით აიხსნება, მეორე კი ხდება ინერციით (ნიუტონის „საწყისების“ ძირითადი იდეის თანახმად) და შემდეგ ამ მოძრაობათა გეომეტრიული შეკრებით აიხსნება მთვარისა და სხვა პლანეტების მოძრაობა, სავსებით შეუძლებელია ისე, რომ არ ვიძალადოთ საკუთარ თავზე. აქ ხომ ინერციის ქვეშ ვგულისხმობთ „პირველ ბიძგს“! ნიუტონისეული მიზიდვა კი მეტაფიზიკური აზროვნების მაგალითს წარმოადგენს. ეჭვიც არ გვეპარება, რომ 300 წლის განმავლობაში დამკვიდრებული ასეთი მეტაფიზიკური აზროვნების შედეგად იზრდება მეცნიერების ფანტიკოსები, რომლებიც ყოველივეს აღიქვამენ, როგორც ჭეშმარიტებას და კბილებითაც კი იცავენ მას, რადგან მათთვის დღეს ეს მისაღებია.

მართალი გახლდათ ლორენცი, როდესაც ამბობდა „ეჭვიც კი არაა, რომ მოვლენის ამა თუ იმ გაგების მიდრეკილება ბევრადაა დამოკიდებული აზროვნების იმ წესზე, რომელსაც ჩვენ შევეჩვიეთ“.

ამ შემთხვევაში ის კი არაა მნიშვნელოვანი, რომ გადაუნყვეტელია ფიზიკისა და ციური მექანიკის ზოგიერთი საკითხი და თვისება, მნიშვნელოვანია თვით იდეა, როგორც პრინციპი, მნიშვნელოვანია კანონები, რომლებიც მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობის ძირითად თვისებებს და რხევათა მოძრაობის თვისებებს აკავშირებენ.

რხევათა მოძრაობების ზემოაღწერილ დამახასიათებელ თვისებებსა და მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობის იმ თვისებებს შორის, რომლებიც დაკვირვების შედეგადაა მიღებული, არსებობს ერთიანი კანონზომიერება და სავსებით განსაზღვრული შესაბამისობა, რომელშიც აისახება მზის სისტემის აგებულება, როგორც ერთი სხეულის მეორისადმი უწყვეტი მიახლოებაც და დაცილებაც.

ეს შესაბამისობა უშუალოდ იმ აზრის გამომხატველია, რომ მზის სისტემის პლანეტებისა და კომეტების მოძრაობათა პერიოდული განმეორებადობის მიზეზია იმავე კანონზომიერებით პერიოდულად მიმდინარე რხევითი მოძრაობის თვისებები.

ეს შემჩნეული შესაბამისობა მომავალში შეიძლება დაედოს საფუძვლად საპლანეტო მოძრაობების შესაძლებელი თვისებების ახსნასაც და წამოჭრილი ამოცანების გადაჭრასაც (პლანეტების ორბიტების კონუსური კვეთით მიღებული ფიგურები, ჭეშმარიტი ორბიტები, პერიოდული ბრუნვა, სექტორალური სიჩქარის მუდმივობა, ბრუნვის პერიოდის კავშირი პლანეტების ორბიტის დიდ ნახევარღერძთან, აფსიდთა წრფეების ბრუნვა, სისტემის მდგრადობა, ორბიტის დახრა, ბოდე-ტიციუსის რიგი და ა. შ.). ეს ამოცანები ჯერ არ არის გადაჭრილი და ვერ აიხსნება მიზიდულობით და ინერციით, მაგრამ ადვილად აიხსნება რხევათა მოძრაობების კანონებით, და არა მხოლოდ აიხსნება, არამედ, როგორც უკვე ვნახეთ, ამ მოძრაობების აუცილებელ შედეგებს წარმოადგენენ. რხევითი მოძრაობებისა და ციური სხეულების მოძრაობებს შორის კავშირის იდეა შეადგენს ახალი სწავლების საფუძველს და ეს სწავლება თავისი არსით მზის სისტემის პლანეტებისა და ზოგადად ყოველი თავისუფალი მოძრაობის დიალექტიკური ცნებაა.

ჩვენი კვლევების მიმართულებაც და შინაარსიც სწორედ ყოველივე ზემოთქმულიდან განისაზღვრება.

დასკვნა

ზემომოყვანილი დამტკიცებების საფუძველზე შეიძლება ითქვას შემდეგი:

1. აუცილებელია ვთქვათ უარი ნიუტონისეულ „მსოფლიო მიზიდულობის ძალაზე“. იგი არც მათემატიკური და არც ცდილსეული მონაცემებით არ დასტურდება და არ ეთანხმება დიალექტიკური მატერიალიზმის სწავლებას.

ეს „ძალა“ ჩვენს მიერაა მოგონილი, იგი ბუნებას თავს მოახვიეს გარედან; ამდენად იგი ბუნების ყველა ფიზიკური მოვლენების რიგში დგას სრულიად განყენებულად და ბოჭავს მეცნიერებას აგერ უკვე სამასი წლის განმავლობაში.

2. მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობას საფუძვლად სულ სხვა პრინციპი უნდა დაედოს – ეს რხევითი მოძრაობების პრინციპია, რომელთა განტოლებებს ემორჩილება არა მხოლოდ საპლანეტო მექანიკა და ვარსკვლავთშორისო სივრცის უსასრულობაში გალაქტიკების მოძრაობაც, არამედ ყველა ბირთვული, ელექტრომაგნიტური, სინათლის, სითბური და აკუსტიკური პროცესები; სხეულთა ყველა ურთიერთქმედება როგორც დედამიწის პირობებში, ასევე მის ფარგლებს გარეთაც.

რხევითი მოძრაობის ამავე განტოლებებით შესაძლებელია კლასიკური ფიზიკისა და კვანტური მექანიკის გაერთიანება და ატომის ელემენტარული ნაწილაკების სტრუქტურაში ჩანვდომა.

ამ მოსაზრების მართებულობაზე ისიც მიუთითებს, რომ სამყაროს საფუძვლების – მიზიდულობისა და ელექტრომაგნიტიზმის გამოსახვა რხევათა მოძრაობის ერთი და იმავე მათემატიკური განტოლებებით იძლევა იმის საშუალებას, რომ მივალნიოთ ყველა ფიზიკური მოვლენის ერთობლივი გააზრების საშუალებას მეცნიერების მხრიდან, ანუ „სამყაროს ერთიანობას“, რომელ-

შიდაც მატერიის მოძრაობის ცალკეული და ხარისხობრივად განსხვავებული ფორმები ყოველთვის ემორჩილებიან რხევათა მოძრაობების კანონზომიერებას და განსაზღვრულ პირობებში გადადიან ერთმანეთში გარკვეული თანაფარდობით.

ციტირებული ლიტერატურა:

1. И. Ньютон, Математические начала натуральной философии, пер. Крылова, 1915.
2. Г. К. Суслов, Основы аналитической механики, т. I, Кинематика, изд. 1911.
3. Г. К. Суслов, Основы аналитической механики, т. II, Динамика, изд. 1911.
4. Е. Л. Николаи, Лекции по теоретической механике, часть I, ОНТИ, 1937.
5. Н. Н. Бухгольц, Основной курс теоретической механики, часть I, ОНТИ, 1938.
6. С. Э. Хайкин, Механика, II изд. ОГИЗ, 1947.
7. Р. В. Поль, Введение в механику и акустику, ОНТИ, 1932.
8. Н. М. Крылов и Н. Н. Боголюбов, Введение в нелинейную механику, изд. АН УССР, Киев, 1937.
9. С. П. Стрелков, Введение в теорию колебаний, ОНТИ, 1950.
10. С. М. Рытов, Современное учение о колебаниях и волнах, изд. 1951.
11. С. Э. Хайкин и Андронов, Теория колебаний, ОНТИ, 1937.
12. Е. Дюринг, Критическая история общих принципов механики, изд. Москва, 1893 г. Выписки:
Лагранж, Мес AnAl. т. I, Динамика, отд. VI, 1811 г. Art. 47-59.
Фурье, Théorie analytique de la chaleur, Paris, 1822 г.
Д. Бернули, Yistoire de l'academie de Berlin 1753 г.
Брьюстер, Memoirs of the liff of Newton.
Борели, Teoricae Mediceorum planetarum ex cuspis physicis deductae, Флоренция, 1666 г.
Лукреций, De rerum Natura.
Плутарх, Moralia, Беседа о луне.
Кеплер, Astronomia nova seu de motu stellae. MArtis tutroductio, 1858.

- Коперник, *Astronomia in staurata*, книга I, гл. 9.
13. К. Шефер, Теоретическая физика, т. I, ГТТИ, 1933.
 14. А. А. Эйхенвальд, Теоретическая физика, часть II, Механика, изд. 1932.
 15. Н. Н. Андреев, С. Н. Ржевкин, Г. С. Горелик, Физика, т. I, изд. 1948.
 16. Э. Гримзель, Курс физики, т. I, изд. 1931.
 17. А. Гано, Курс физики, перевод с 15-го франц. издан. 1874.
 18. О. Д. Хвольсон, Курс физики, т. I, изд. Риккера, С. Петербург, 1908.
 19. О. Д. Хвольсон, Курс физики, т. I, изд. 1933.
 20. Э. В. Шпольский, Атомная физика, т. II, изд. 1949.
 21. Д. Д. Странатан, Частицы в современной физике, изд. 1949
 22. У. Рамсэй и В. Освальд, Из истории химии.
 23. А. Беррн, Краткая история астрономии.
 24. Зутер, История математических наук. Выписки. Сочинения Демокрита.
 25. П. А. Знаменский, Е. Н. Кельзи, А. Челюсткин, Методика преподавания физики, изд. 1938.
 26. И. И. Соколов, Методика физики, изд. 1936.
 27. М. Ф. Субботин, Курс небесной механики, т. I, 1933.
 28. М. Ф. Субботин, Курс небесной механики, т. II, 1937.
 29. Ф. Р. Мультон, Введение в небесную механику, изд. 1936.
 30. Г. Н. Дубашин, Введение в небесную механику, изд. 1938.
 31. П. И. Попов, К. Л. Баев, Н. Н. Львов, Астрономия, часть I, 1934 и 1940 гг.
 32. Л. Эйлер, Новая теория движения Луны, изд. АН СССР, 1934.
 33. В. Мейер и С. П. Глазенап, Мироздание-астрономия.
 34. Ф. Энгельс, Диалектика природы, Соц. эконом. изд., 1931.
 35. Гегель, Логика, т. V.
 36. Гегель, Собрание сочинений, т. XVII.
 37. Б. М. Гессен, Социально-экономические корни механики Ньютона, 1934.
 38. И. Кант, Всеобщая естественная история и теория неба.
 39. М. В. Ломоносов, Собрание сочинений, т. II.
 40. В. Белиашвили, შოთა რუსთაველი და დანტეს იდუმალი, изд. Paris, 1953.
 41. Т. Н. Newst, Enige weltprobleme die grhavitotionslerne ... Ainirtum!, Wien, 1905.

42. В. Нозадзе, ვეფხისტყაოსანი და მზის მეტყველება, изд. Santiago de Chili, 1955.
E. Palhories, Vieet doctrines des grande philosophet Antiquite, Paris, 1936.
43. Ф. Энгельс, Анти-Дюринг, 1938.
44. Ленин, Философские тетради, Партиздат, 1938.
45. А. Н. Крылов, Лекция о приближенных вычислениях, изд. АН СССР, 1933.
46. В. А. Фок, Теория пространства, времени и тяготения, изд. 1955.
47. Линкольн Барнет, Вселенная и труды д-ра Эйнштейна, с предисловием А. Эйнштейна. Выписка. Фред Уипли, Гипотеза пылевого облака, 1948.

ნაწილი II

თანაბარი მოძრაობის შესახებ

შესავალი

ვფიქრობ, რომ ფრთხილი ეჭვის გამოთქმა ვერ შეამცირებს მეცნიერული საკითხების ვერც ღირსებას და ვერც მისდამი ინტერესს.

„ცალკე აღებული ყოველი სხეული განაგრძობს ან უძრავ მდგომარეობაში ყოფნას, ან მოძრაობს წრფივად და თანაბრად, ვიდრე რაიმე გარეშე მიზეზის გამო არ შეიცვლის ამ მდგომარეობას“ (ი. ნიუტონი, „ნატურფილოსოფიის მათემატიკური საწყისები“).

მათემატიკურად ეს შეიძლება ასე გამოისახოს:

$$\frac{ds}{dt} = v = \text{const} \quad (\text{A})$$

სადაც v - მოძრაობის სიჩქარეა.

ყოველი სხეული, თუ იგი სხვა სხეულებთან არ ურთიერთქმედებს („განცალკევებულია“), ინარჩუნებს მუდმივ სიჩქარეს (სიდიდესაც და მიმართულებასაც). თუ (A) გამოსახულების დიფერენცირებას ჩავატარებთ, მივიღებთ

$$\frac{d^2s}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = 0, \text{ ანუ აჩქარება ნულის ტოლია.}$$

(A) გამოსახულების ინტეგრირებით ფარგლებში 0-დან t -მდე ვლებულობთ $s=vt$, ანუ თანაბარი მოძრაობის გზის ფორმულას.

§1. მოძრაობა და უძრაობა

„უძრაობის“ საკითხს ჩვენ არ შევეხებით, რადგან „უძრაობა“, როგორც ასეთი, ყოველგვარ აზრსაა მოკლებული. ყოველგვარ უძრაობასა და წონასწორობას მხოლოდ ფარდობითი მნიშვნ-

ელობა აქვს და მოძრაობის კერძო შემთხვევებს წარმოადგენენ. რადგან არსებობს მატერია, მისი ეს არსებობა გამოიხატება მოძრაობაში, ანუ არსებობს მუდმივი გადასვლა მატერიის მოძრაობის ერთი ფორმიდან მოძრაობის მეორე ფორმაში. მოძრაობა სხეულის იმანენტურად ნიშანდობლივი ატრიბუტია. არ შეიძლება ცალკე მატერიისა და ცალკე მოძრაობის განხილვა.

მოძრაობა – მატერიის არსებობის ფორმაა.

ამჟამად უკვე ყველა ფიზიკოსი უპირობოდ აღიარებს, რომ აბსოლუტურად უძრავი მატერია – სრული უაზრობაა. „პირობითად“ უძრავი სხეულიც კი ენერჯის უდიდესი მარაგის შემცველია; ამდენად მატერიის მოძრაობა თვით მისი, მატერიის თვისებაა. არ არსებობს მოძრაობის გარე წყაროები; მატერიის მოძრაობის წყარო – ეს თვით მატერიის ცნებაა.

და რა არის თანაბარი მოძრაობა?

დასაშვებია თუ არა ეს ცნება ზოგადად მოძრაობის თვალსაზრისით? თანამედროვე ფიზიკის თვალსაზრისით? სიტყვა „მოძრაობის“ ქვეშ უნდა ვიგულისხმეთ არა სხეულის უბრალო გადაადგილება სივრცეში, არა უბრალოდ ერთი ადგილის მეორეზე შეცვლა, არამედ გადაადგილება უნდა გვესმოდეს როგორც საერთოდ „ცვლილება“, როგორც მოძრაობის განვითარება რადიკალური და ხარისხობრივი თვალსაზრისით.

ძველი ფილოსოფოსები, მატერიალისტები მოძრაობაში გულისხმობდნენ არა მხოლოდ სხეულის მდებარეობის ცვლილებას, ანუ გადაადგილებას, არამედ ყველა იმ ცვლილებას, რომელთა ობიექტს წარმოადგენდა ეს სხეული. აქ ხარისხობრივი ცვლილება ცვლისხმებოდა და უფრო მეტიც – საგნობრივი ცვლილება, ანუ ახალი, სხვა სხეულის წარმოქმნა, როგორც ასეთისა. მე-17 საუკუნის შემდეგ მეცნიერებაში გაჩნდა სწავლება ბუნების აბსოლუტური უცვლელობის შესახებ. ეს უკვე გალილეისა და ნიუტონის შემდგომი პერიოდი. ამ სწავლებაში უცვლელობის ქვეშ გარეშე ძალების ყოველგვარი ზემოქმედების უარყოფა იგულისხმებოდა. მოძრაობა კი განიხილებოდა, როგორც მექანიკური მოძრაობა, ანუ უბრალო გადაადგილება. ნიუტონის მიხედვით,

მოძრაობა ისეთი მოდუსია, რომელიც მატერიას, შესაძლებელია, არც კი გააჩნდეს.

მოძრაობის პროცესის შინაგან შინაარსს დაპირისპირებულობათა ბრძოლა წარმოადგენს; იგი ამ დაპირისპირებულობათა ურთიერთქმედებაში იჩენს თავს. ბუნებაში ყოველი ცალკე მოვლენა თავის თავში წინააღმდეგობასაც შეიცავს და ამდენად იგი დაპირისპირებულობათა მთლიანობას წარმოადგენს. ეს დაპირისპირებულობა ახასიათებს აგრეთვე ყველა ფორმის მოძრაობასაც. შედარებით მარტივი ფორმის მოძრაობისთვის – სივრცული გადაადგილებისთვის ეს წინააღმდეგობა უნდა გამოჩნდეს კიდევ.

იკითხავენ, რა იცვლება? რა ვითარდება? თანაბარ მოძრაობაში რა დაპირისპირებულობაზე, რა წინააღმდეგობაზეა საუბარი?

თანაბარი მოძრაობა – ეს უძრაობის კერძო სახეა და პირიქითაც – იგი სხეულის სივრცული მდებარეობაა. ნიუტონის კანონების თანახმად ვამბობთ, რომ სხეული მოძრაობს თანაბრად, თუ იგი იცვლის თავის მდებარეობას, რომელიც სხეულის კოორდინატებით განისაზღვრება; ცხადია, უნდა არსებობდეს საკოორდინატო სისტემა.

დროის კოორდინატა – ცვლადი კოორდინატაა, მისი სათავე მდებარეობს იმ საკოორდინატო სისტემაში, რომელიც არც კი არსებობს. ეს, ერთობ უცნაური რამ არის. შევეცადოთ ავხსნათ ყოველივე. დავუშვათ, რომ არსებობს ძირითადი საკოორდინატო სისტემა და არსებობს დროის ათვლის პროცესი. მაშინ, ნიუტონის კანონების თანახმად ვერანაირად ვერ იარსებებდა თანაბარი წრფივი მოძრაობა. იმასაც თუ დავუმატებთ, რომ არსებობს ძირითადი საკოორდინატო სისტემა, ისიც უნდა ვაღიაროთ, რომ არსებობს „აბსოლუტური უძრაობა“.

სწორედ აქ იჩენს თავს ნიუტონის მექანიკის გადაულახავი სიძნელე. როგორც კი საკოორდინატო სისტემას მზეს ან დედამიწას ან სხვა რაიმეს დავუკავშირებთ, მხოლოდ ამ შემთხვევაში იძენს ფიზიკურ აზრს ნიუტონის მექანიკა, მაგრამ იმ წამსვე ირღვევა ინერციის კანონის ძირითადი წინაპირობა – „გარეშე ძალებისაგან დამოუკიდებლობა“, რადგან იმავე ნიუტონისეული

მექანიკის თანახმად, უნდა აღიძრან მიზიდულობის ძალები, რომლებიც იმოქმედებენ ერთმანეთზე. სწორედ ამიტომ შემოიტანა ნიუტონმა სალაპარაკოდ გამხდარი აბსოლუტური სივრცე, რომლის გამო ზარალდება ნიუტონის მთელი კლასიკური მექანიკა.

აბსოლუტური სივრცისა და აბსოლუტური დროის ცნებების გარეშე ნიუტონის ინერციის კანონს საერთოდ არავითარი აზრიც კი არ ექნებოდა. მაგრამ ამ ცნებებს ვერაფრით ვერ მივანერთ რეალურობას, ამ სიტყვის ფიზიკური მნიშვნელობით.

სინამდვილეში ჩვენ თვალს ვადევნებთ სხეულთა მოძრაობას ერთმანეთის მიმართ, ანუ ფარდობით მოძრაობას, იგი კი, როგორც ცნობილია, ვერაფრით ვერ იქნება თანაბარი.

თანაბარი მოძრაობა ეს არის აბსტრაქციის შედეგად მიღებული წარმოდგენითი მოძრაობა ანუ ფიქცია და არავითარი აზრი არა აქვს საუბარს თავისუფალი სხეულის თანაბარ მოძრაობაზე სივრცეში. ამდენად, დიალექტიკის კანონების თანახმად, ყოველი მოძრაობის ძირითად ფორმად უნდა ჩაითვალოს არა თანაბარი მოძრაობა, არამედ რხევითი მოძრაობა ანუ მიზიდვა-განზიდვა, მიახლოება-დაცილება, შეკუმშვა-გაფართოება.

ბუნება, რომლისთვისაც კანონი და არსი – ეს მთლიანობა და სიმარტივეა, არ შეიძლება ყოველი მოვლენისათვის შეიცავდეს თავის თავში „განსაკუთრებულ“ არსს, განსაკუთრებულ ძალას.

ბუნებაში უნდა არსებობდეს ზოგადი ფაქტი, რომელიც საფუძვლად დაედებოდა როგორც ორგანული, ასევე არაორგანული სიცოცხლის ყველა მოვლენას.

ეს მარადიული – ზოგადი მოძრაობაა სწორედ რხევითი მოძრაობა და იგი მატერიის მოძრაობის უმარტივესი ფორმაა. აქ ე. წ. ძალები გამორიცხულია.

მაშასადამე, როდესაც ფიზიკურ ცნებებს მოძრავი მატერიის ობიექტური თვისებებით გამოვსახავთ და ვსაუბრობთ ამ თვისებების რაოდენობრივ და თვისობრივ თავისებურებებზე, ცნება „მოძრაობა“ უნდა წარმოგვედგინოს როგორც პერიოდული რხევითი მოძრაობა.

თანაბარი მოძრაობა, ანუ დროში შეუზღუდავი მოძრაობა მუდმივი სიჩქარით, უნდა განვიხილოთ, როგორც ოდესლაც წარმოშობილი და შესაბამისად როდესმე შეწყვეტადი მოძრაობა.

გალილეის თავის პირვანდელ მსჯელობაში სიჩქარე წარმოედგინა, როგორც ელემენტარული სიჩქარეთა ჯამის შედეგი, ან პირიქით – შესაბამისად დაშლილ სიჩქარეებად.

ასე რომ შეუზღუდავი, მუდმივი სიჩქარით მოძრაობის პრინციპი, ეს ისეთი პროცესია, რომლის პარადოქსულობა ძალიან დიდხანს (არქიმედედან გალილეიმდე) ხელს უშლიდა მის აღმოჩენას და ამ მეტაფიზიკური პრინციპის დადგენა მეცნიერებისათვის არც ისე იოლი გახლდათ.

ეს მეტაფიზიკური ცნება, მოვლენა, რომელიც არასოდეს არ წარმოადგენდა დაკვირვებისა და შესწავლის (გალილეიდან ნიუტონამდე) ინტერესს, ნიუტონის მექანიკის მიერ წამოწეულ ძირითად ცნებებს შორის იძენს ყველაზე აქტუალურ, ყველაზე ძირითად მნიშვნელობას. საუბარია თანაბარ მოძრაობაზე იმ პირობებში, როდესაც სხეულზე არ მოქმედებს არავითარი გარეშე ძალა, სხეული კი მოძრაობს ინერციით. მაშინ როგორ უნდა ავხსნათ, რომ ნიუტონის კლასიკური მექანიკის საფუძვლებში არავითარი ახსნა არ მოეძებნება იმ ფაქტს, რომ ვარდნილი სხეულები ერთი და იმავე აჩქარებით მოძრაობენ? ამ მოვლენაში ეჭვი არ უნდა შევიტანოთ, რადგან იგი უტყუარი დაკვირვებების შედეგად დასტურდება.

თანაბარი მოძრაობის პრინციპი დღეს მიღებულია როგორც არსებული ფიზიკური ფაქტი, იგი მიუხედავად თავისი სიმარტივისა, თითქოსდა ბუნების კანონებიდან გამომდინარეობს, როდესაც მიმართავენ რთული ბუნებრივი პროცესების დაშლის მეთოდს, მაგრამ იგი არ შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ჩვენი აზროვნების სუფთა აუცილებლობა. გალილეის მსჯელობის მეთოდებს შორის ამ პრინციპს არა აქვს არავითარი საფუძველი, თუმცა უნდა ითქვას ისიც, რომ ბუნების კვლევის გალილეის მეთოდებს არ აკლიათ გონებაჭვრეტითი ელემენტები.

§2. სიმძიმის ცენტრის მოძრაობა

თანაბარი მოძრაობის პრინციპი უშუალოდ ეყრდნობა იმ იდეას, რომ მოძრაობა ჯერ წარმოიშვა, შემდეგ კი შეწყდა – მოისპო.

ეს კი სხვა არაფერია, თუ არა ე. წ. „პირველი ბიძგი“. განვიხილოთ ეს საკითხი ისეთ ცნებებში, რომელთა მიმართ ნიუტონის მექანიკაში არ არსებობს განსაკუთრებული საბაზი არც მათი არასწორი და არც სხვადასხვაგვარი გაგებისათვის.

ამ ცნებებს მიეკუთვნება სრულიად ნათელი და განსაზღვრული თეორემა სიმძიმის ცენტრის მოძრაობის შესახებ, ანუ როგორც ეს მექანიკაშია მიღებული – სიმძიმის ცენტრის მოძრაობის შენახვის შესახებ.

თავის გენიალურ ნაშრომში „ნატურალური ფილოსოფიის მათემატიკური საწყისები“ ნიუტონი ამტკიცებს თეორემას იმის შესახებ, რომ სხეულთა სისტემის სიმძიმის ცენტრის ინერციის მდგომარეობაზე არ ახდენენ გავლენას ამ სისტემაში შემავალი სხეულების ურთიერთქმედებანი, ანუ სისტემის სიმძიმის ცენტრს გააჩნია ისეთი თვისებები, თითქოსდა მთელი მასები (სისტემაში შემავალი სხეულების მასები) ამ ცენტრში იყოს მოთავსებული და ყველა მოქმედი ძალაც თავისივე მიმართულების პარალელურად გადატანილ იყოს აღნიშნულ ცენტრში.

ამ თეორიის ჩანასახი აქვს გალილეისაც, მაგრამ მისი სრულყოფილი სახით დამუშავება შეძლო ლაგრანჟმა. „უძრავი ცენტრის მიმართ რამდენიმე სხეულის ბრუნვისას ადგილი აქვს შემდეგ კანონზომიერებას: ყოველი ცალკეული სხეულის მასის, მისი ბრუნვის სიჩქარისა და იმ მანძილის, რომლითაც იგი დაცილებულია ცენტრიდან, ნამრავლთა ჯამი, წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეს, ყოველთვის დამოუკიდებელია ამ სისტემაში შემავალ სხეულთა ურთიერთქმედებაზე, თუ არ არსებობს რაიმე გარეშე ზემოქმედება ან დაბრკოლება“ (ლაგრანჟი, „ანალიზური მექანიკა“, ტ. 1).

ამ თეორემიდან გამომდინარეობს, რომ ყველა შიგა ძალები, რომლებიც შეიძლება წარმოვიდგინოთ ყოველი ორი სხეულის

ურთიერთობისას, ნიუტონის მესამე კანონის თანახმად, ერთმანეთის ტოლია და ურთიერთსაპირისპიროდია მიმართული: ამიტომ მათი ტოლქმედი ნულის ტოლია, ე. ი. ეს ძალები განზონანსორებული არიან. მაშინ მოძრაობის სიმძიმის ცენტრის მდგომარეობა დამოკიდებულია მხოლოდ და მხოლოდ გარე ძალების მოქმედებაზე. იმ შემთხვევაში, თუ გარე ძალები არ მოქმედებენ სისტემაზე, სიმძიმის ცენტრი ინარჩუნებს უძრაობას ან მოძრაობს ნრფივად და თანაბრად, ე. ი. მოძრაობს ინერციით.

ქვემეხიდან გამოსროლილი ჭურვი შემონერს სივრცეში გარკვეულ ტრაექტორიას: თუ იგი ჰაერში გასკდა, ჭურვის სიმძიმის ცენტრი განაგრძობს მოძრაობას იმავე ტრაექტორიით, რომლითაც იმოძრავებდა იგი, ჭურვი რომ არც აფეთქებულიყო.

ორი ან რამდენიმე სხეულისაგან შემდგარი სისტემის სიმძიმის ცენტრი არ იცვლის არც თავის უძრაობის და არც მოძრაობის მდგომარეობას, მიუხედავად იმისა, თუ როგორ მოქმედებენ ერთმანეთზე ამ სისტემაში შემავალი სხეულები.

თუ კი განვიხილავთ ზოგადად მთელ ბუნებას ისე, როგორც ერთ მთლიან სისტემას, მასში არ მოიძებნება არავითარი გარე ძალები, ანუ ისეთი ძალები, რომელთა წარმოშობა ბუნების გარეთაა საძიებელი. ასე რომ, მთლიანი სისტემისათვის, ისეთისათვის, როგორიცაა ბუნება, გამორიცხულია ამ გარეშე ძალების გამოჩენა.

მაგრამ თუ არსებულ გარე ძალებთან ერთად გამოვრიცხავთ წინამორბედ ძალებსაც და მათ მოქმედებებსაც, ამით ვუარყოფთ ინერციის მოძრაობასაც.

„სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, მთლიანად ბუნებისათვის, როგორც იზოლირებული და თვითკმარი სისტემისათვის აწმყოსა და წარსულის მიმართ, სიმძიმის ცენტრის მოძრაობის შესაძლებლობა ინერციით და აქედან გამომდინარე, მისი სივრცეში გადაადგილების შესაძლებლობაც უპირობოდ აცილებულია“ (დიურინგი, „მექანიკის ზოგადი პრინციპების კრიტიკული ისტორია“).

მაშასადამე, მივიღეთ ისეთი მდგომარეობა, რომ ბუნებაში, როგორც ასეთში, არსებობს უძრავი წერტილი – მთელი სისტემის

სიმძიმის უძრავი ცენტრი და მის ასამოძრავებლად, ენგელსის მართებული შენიშვნის მიხედვით, აუცილებელი იყო „პირველი ბიძგი“.

ამდენად, თუ არსებობს თანაბარი მოძრაობა, მისი წინაპირობაა „აბსოლუტურად უძრავი წერტილი“ – მთელი სისტემის სიმძიმის ცენტრი და ამ წერტილის ამოძრავებისათვის აუცილებელი ბიძგიც.

ასე რომ, ის, ვინც ეძებს ნივთიერების მოძრაობის მიზეზს ანუ ეძებს ძალას, რომელსაც მოჰყავს მოძრაობაში მბრუნავი სამყაროები, რომლებიც ანონასწორებენ მიზიდულობის მოქმედებას, უნდა ეძიებდეს იმ ერთადერთი ბიძგის მიზეზს, რომელიც შეიძლება მომხდარიყო ოდესღაც, სამყაროს სისტემის განვითარების პირველ მომენტებში.

ამ მეტად რთული კითხვის გადასაჭრელად უამრავი ჰიპოთეზა გამოითქვა, მაგრამ უპირატესად იმ პირთა მიერ, რომლებიც არასაკმარისად ფლობდნენ მომიჯნავე დისციპლინებს და არ გამოირჩეოდნენ ლოგიკური აზროვნების სიცხადით, რაც აუცილებელია ასეთი გონებრივი ოპერაციის ჩატარებისას.

ძველი იონიკური სკოლის მოსწავლეები: დალესი, ანაქსიმანდრე და სხვები, ხელმძღვანელობდნენ რა ძველი ფილოსოფოსების დასკვნებით, ხშირად წამოაყენებდნენ და ჭრიდნენ კიდევაც მსოფლიოს წარმოშობის ძირითად პრინციპებს. მათ ფორმულირებაში ჩანდა ნათელი ლოგიკური დასკვნები, მაგალითად ისეთი, როგორიც მოგვცა ანაქსიმანდრემ: „წარმოშობა წარმოუდგენელია უსასრულოდ ხანგრძლივი მდგრადი მდგომარეობის შემდგომ, ისევე როგორც წარმოუდგენელია უსასრულოდ ხანგრძლივი მდგრადი მდგომარეობა რღვევის შემდეგ, ამდენად ჩნდება აზრი წარმოქმნისა და მოსპობის უსასრულოდ გაგრძელებული მონაცვლეობის შესახებ“.

ანაქსიმანდრეს ეს მოსაზრება უდავოდ მტკიცდება დღევანდელით და მისი უარყოფა არ ძალუძს არავითარ ფილოსოფიას: დროის უსასრულობა იმდენადაა ჩვენს უკან, რამდენადაც ჩვენ დავეუშვებთ მის არსებობას მომავალში.

ამიტომ აბსოლუტური უძრაობა უნდა ბატონობდეს დღესაც. მაგრამ, რადგან ეს ასე არაა, შეიძლება უტყუარად ვამტკიცოთ, რომ ან და მარადის, რისი გააზრებაც კი შესაძლებელია, წარმოქმნისა და რღვევის პერიოდული მონაცვლეობის პროცესებს არა აქვთ დასასრული. ამ მონაცვლეობის პროცესებში მატერია განიბნევა და კვლავ შემჭიდროვდება. ეს კი ხდება იმიტომ, რომ სამყარო იმართება პერიოდული რხევითი მოძრაობის კანონებით.

ისეთმა მოაზროვნებმაც კი, როგორებიცაა: კანტი, ლაპლასი, ჰეგელი და სხვები ვერ შეძლეს სამყაროს წარმოქმნის ისეთი ჰიპოთეზის შექმნა, რომელიც მისაღები იქნებოდა ასტრონომიის თანამედროვე ცოდნის კვალობაზე და მხოლოდ დიალექტიკური მატერიალიზმის მიმდევრებს თუ შეუძლიათ გარკვეული სიცხადის შეტანა ამ საკითხში. ეს სწავლება – დიალექტიკური მატერიალიზმი უცებ კი არ გაჩენილა, არამედ თანდათანობით ვითარდებოდა ლევიპეზა და დემოკრიტეს შრომებიდან დაწყებული და მარქსისა და ენგელსის შრომებით დამთავრებული. იგი ამტკიცებს, რომ ყოველი ყოფიერება მდგომარეობს მოძრაობაში და მოძრაობის ძირითადი ფორმაა მიზიდვა-განზიდვა, შეკუმშვა-გაფართოება ანუ რხევითი მოძრაობა. ამასთან ეს პროცესები უნდა განვიხილოთ არა როგორც ძალები, არამედ როგორც მატერიის მოძრაობის უმარტივესი ფორმები.

ამდენად შემდგომი თხრობისას არ განვიხილავთ ახალ ჰიპოთეზებს და ვიხელმძღვანელებთ იმ რწმენით, რომ მოძრაობა მატერიის თვისებას კი არ წარმოადგენს, არამედ იგი მისი არსებობის ფორმაა. მატერიას არ მივანერთ არავითარ გარე ძალებს, როლებსაც იგი მოჰყავთ მოძრაობაში, რის შედეგად ვლებულობთ სხვადასხვა ტრაექტორიებს. გარეშე ძალებს არც ის უნდა მივანეროთ, რომ მატერია ისწრაფვის რხევითი სისტემის ცენტრისკენ და ემორჩილება რხევათა მოძრაობების ყველა კანონზომიერებას.

ამ მოძრაობათა სუპერპოზიციის შედეგად ლებულობენ ამა თუ იმ ფორმის ტრაექტორიას, რომელიც ათვლის გარკვეულ სისტემას მიეკუთვნება ან მოძრაობის განსაკუთრებულ მოვლენას, რომელიც ჩვენ სივრცულ წარმოდგენებში წარმოიქმნება.

ამ პროცესების კვლევისას ძველი დროის მეცნიერები არ განიცდიდნენ გონებაჭვრეტითი ელემენტების ნაკლებობას. ძველი ეგვიპტის, ასირიისა და ბაბილონის მეცნიერების, მათ შორის ფილოსოფოსისა და მოგზაურის პითაგორასა და დემოკრიტეს – ძველი საბერძნეთის ამ ენციკლოპედიური ცოდნის მქონე მეცნიერისა და მოაზროვნის წარმოდგენით, მატერიალური სამყაროს ყველა ეგრეთწოდებული ძალები, ანუ სხეულთა ყველა ურთიერთქმედებანი, რაც ტრაექტორიების ნაირსახეობას იძლევა, ატარებს „ვიბრაციული ღელვის ხასიათს“, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, და ბერნულის გამონათქვამიც რომ მოვიშველიოთ, ეს – „სხვადასხვა სახის მარტივი, წესიერი და უცვლელი რხევების ნარევი“.

ეს ერთი მარტივი და საყოველთაო მიზეზია, რომელიც იძლევა სიმძიმესაც და მოძრაობასაც, სინათლესაც და სითბოსაც, ელექტრობასაც და ბგერასაც და ბუნების სხვა ფიზიკურ მოვლენებს. ამ „ვიბრაციული ღელვით“ (იგულისხმება „რხევითი მოძრაობები“) პითაგორა გარკვევით განმარტავს, თუ როგორ უკავშირდება მზის შუქი ბგერებს, რომელთა ერთობლიობა ცნობილ მელოდიებს აჟღერებს. ეს კი ცნობილი ნემნონის სტატუის საიდუმლოა ეგვიპტეში (იხ. კერამი „ღმერთები, სამარხები, მეცნიერები“).

პლანეტის მოძრაობის განტოლებებიც კი, რომლებიც ნიუტონის მიერაა აღწერილი, რხევითი მოძრაობების განტოლებებს წარმოადგენენ. მხოლოდ უნდა აღინიშნოს ის, რომ ნიუტონმა დაამკვიდრა „მიზიდვის“ პრინციპი, მასთან დიალექტიკურად განუყოფელი „განზიდვის“ პრინციპი კი დაუთმო სამყაროს შემოქმედს „პირველი ბიძგის“ სახით. ნიუტონმა ეს თავისი ეპოქის დანოლის გამო გააკეთა, რადგან ეშინოდა ეკლესიისა და პაპის ტახტის დევნისა.

ანალოგიურად, ეინშტეინის განტოლებები პლანეტების მოძრაობის შესახებ დაიყვანება სფეროსებური ქანქარის განტოლებებზე, ანუ რხევითი მოძრაობების განტოლებებზე, და თუ პტოლომეს პლანეტების მოძრაობის თეორიას, რომელიც 1600

ნლის განმავლობაში აკმაყოფილებდა ძველი დროის მეცნიერებს, რომელთაც არ აკლდათ გონებაჭვრეტითი ელემენტები, გადავიტანთ მათემატიკურ ენაზე მათემატიკური ანალიზის თანამედროვე საშუალებების გამოყენებით, მივიღებთ რხევათა მოძრაობის იმავე განტოლებებს მთელი თავისი კანონზომიერებით, რაც დასტურდება კიდევ.

მეცნიერებაში დამკვიდრებულია შეხედულება, რომ რხევითი მოძრაობებიდან კეპლერის ელიფსის მიღება შეუძლებელია. ეს მცდარი მოსაზრებაა. ჩემ მიერ დამტკიცებულ იქნა, რომ კეპლერის სამივე კინემატიკური კანონი, რომლებიც პლანეტების მოძრაობაზე დაკვირვებითაა მიღებული, გამომდინარეობენ მხოლოდ და მხოლოდ, როგორც რხევითი მოძრაობების აუცილებელი შედეგები (ტ. აბზიანიძე).

მაშასადამე, სამყაროს სწორ გააზრებას საფუძვლად უნდა დაედოს მატერიის მოძრაობა დროსა და სივრცეში და უარი უნდა ვთქვათ ისეთ ცნებებზე, როგორებიცაა: „თანაბარი მოძრაობა“, „აბსოლუტური უძრობა“, „მსოფლიო მიზიდულობის ძალები“, „ინერცია“ და სხვა.

ეს წინააღმდეგობრივი ცნებები ხშირად გვხვდება ნიუტონის მექანიკაში. ამის მიზეზია ის, რომ ნიუტონის პრინციპები მიაწერენ მატერიას აშკარად სანინააღმდეგო თვისებებს, რაც შორსაა ფიზიკური რეალობისაგან და გაუგებარია დიალექტიკური თვალსაზრისით. ეს პრინციპები კი ნიუტონმა საფუძვლად დაუდო მატერიის მოძრაობას!

სინამდვილეში ეს მატერიის უმოქმედობის პრინციპია, რომლის თანახმად ორი სხეული არამც და თუ ისწრაფვიან ერთმანეთისაკენ, არამედ უდრეკად ინარჩუნებენ უძრობის მდგომარეობას. მიზიდულობის პრინციპის თანახმად კი ეს სხეულები უდრეკად ისწრაფვიან ერთმანეთისკენ. მიზიდულობა უშუალოდ ეწინააღმდეგება ინერციის კანონს. მართლაცდა, თუ მატერია ვცანით ინერტულად და შემდეგ კი მივანიჭეთ მას მიზიდულობის თვისება – ეს შეუთავსებელია სალი გონების თვალსაზრისით.

§3. წინააღმდეგობათა ერთიანობა და თანაბარი მოძრაობა

თანამედროვე ფიზიკაში არ მოიძებნება არც ერთი ფიზიკური პროცესი, და არა მხოლოდ ფიზიკური პროცესი, არამედ რაიმე ბუნების მოვლენა როგორც არაორგანულ, ასევე ორგანულ სამყაროში, რომელიც არ ხასიათდებოდეს შინაგანი წინააღმდეგობების არსებობით.

ეს ბუნების ძირითადი კანონია – „წინააღმდეგობათა ერთიანობა“. მეცნიერების განსხვავებულ დარგებში იგი ფორმულირდება მიმდინარე პროცესის ფორმის მიხედვით. ფიზიკასა და ქიმიაში ეს კანონი ლე-შატელიეს პრინციპითაა ცნობილი, კერძო შემთხვევებში – ლენცის წესით, ვანტ-გოფის კანონით და ა. შ.

მექანიკურ პროცესებში სხეულის სიჩქარის ყოველი ზრდისას აღიძვრება მამუხრუჭებელი მოქმედება, რომელიც თავის აღძვრით ცდილობს პირვანდელი პროცესის ცვლილების შეჩერებას, ანუ სიჩქარის მატებას. ამას კი ჩვენ აღვიკვამთ, როგორც სხეულის ინერტული მასის ზრდას. ანალოგიურად სხეულის ტემპერატურის გაზრდისას, ანუ მოლეკულების სიჩქარეთა გაზრდისას აღიძვრება გარკვეული მოვლენები, რომლებიც მოლეკულათა სიჩქარის ცვლილების დამამუხრუჭებელია, რასაც აღვიკვამთ, როგორც ნივთიერების სითბოტევადობის ზრდად.

ზუსტად ასევე ელექტრონის სიჩქარის ყოველი ზრდისას აღიძვრება დამამუხრუჭებელი მოქმედება, რომელიც ისწრაფვის დააბრკოლოს პირვანდელი მდგომარეობის ცვლილება ანუ ელექტრონის სიჩქარის ზრდა, რასაც აღვიკვამთ როგორც ელექტრონის ელექტრომაგნიტური მასის ზრდად.

ზოგადად: მატერიის კინეტიკური ენერჯიის ცვლილების პროცესს ეწინააღმდეგება მატერიის თავისებური ინერტულობის ზრდა და ამ მოვლენას აქვს ადგილი არა მხოლოდ მექანიკურ, სითბურ და ქიმიურ პროცესებში, არამედ ელექტრომაგნიტურშიც და ბირთვულშიც.

თუ პროცესი არსებობს და ვითარდება, მაშინ, როგორიც არ უნდა იყოს იგი, აუცილებლად უნდა წარმოიქმნას სხვა პროცე-

სიც, რომელიც თავის მოქმედებით უნდა ამუხრუჭებდეს, ხელს უშლიდეს პირვანდელი პროცესის განვითარებას და ისწრაფოდეს მისი მოსპობისკენ.

ეს რომ ასე არ იყოს, სამყაროს კანონზომიერი და განონას-ნორებული სურათი წარმოუდგენელი იქნებოდა. ყოველი პირველადი პროცესი სულ უფრო მეტად გაძლიერდებოდა მეორადის ხარჯზე მანამ, სანამ ორივე ერთად არ დაარღვევს სამყაროს ჰარმონიას.

აქედან გამომდინარე, მოძრაობის ყოველი პროცესი უნდა ხასიათდებოდეს სანინალმდეგო პროცესის აღძვრით. მოვიყვანოთ რამდენიმე მაგალითი: მავთულის სწრაფი გაჭიმვა ინვეეს მის გაცივებას, გაცივების გამო კი მავთული იკუმშება. თუ რეზინის ზოლს სწრაფად გაეჭიმავთ, იგი გაცხელდება, რაც მისი შეკუმშვის მიზეზია. თუ დგუშის ქვეშ მოთავსებულ გაზს სწრაფად შევკუმშავთ, იგი გაცხელდება, რაც მისი გაფართოების მიზეზი გახდება. თუ კი დგუშის ქვეშ მოთავსებულ გაზს გაფართოების საშუალებას მივცემთ (დგუშის სწრაფად ზევით აწევით) იგი აუცილებლად გაცივდება, გაცივების გამო კი გაზი იკუმშება. ნათურის გამორთვისას მისი სიკაშკაშე იმდენად ძლიერდება, რომ იგი გადაიწვება (იმ შემთხვევაში, თუ ელექტრულ წრედში, სიახლოვეს, გვაქვს ინდუქტივობის კოჭები); გაზის სანთურის სწრაფი გამორთვის შემთხვევაში მდულარე წყლის ორთქლადქცევის პროცესი მყისიერად იზრდება და ა. შ. ნებისმიერი პროცესის მიმდინარეობისას აღიძვრება სანინალმდეგო პროცესი. ზუსტად ასევე თვით მიზიდულობაშია მისი სანინალმდეგო პროცესის – განზიდვის ჩანასახი. ასეთი წინალმდეგობრიობის გარეშე შეუძლებელია ნებისმიერი პროცესის განვითარება, მათ შორის მზის სისტემის წონასწორული მდგომარეობის არსებობაც.

ჰეგელს უთქვამს: „სამყაროს მოძრაობა წინალმდეგობრიობის შედეგია“.

მაგრამ, როგორც ცნობილია, არაფერი მსგავსი არაა თანაბარი მოძრაობის დროს. უფრო მეტიც – მოძრაობისას თუ სიჩქარე იზრდება, აჩქარებაც მიზიდულობის გამო (ნიუტონის მიხედვით) უნდა

იზრდებოდეს, მაგრამ სიჩქარისა და აჩქარების ერთდროული ზრდა უნდა იწვევდეს მზის სისტემის მოძრაობის განზონანსორებული სურათის უარყოფას, რაც რეალურად არ ხდება.

იდეათა ფილოსოფიური მნიშვნელობა, თანაბარი მოძრაობის შეცვლა რხევითი მოძრაობით მდგომარეობს იმაში, რომ რხევითი მოძრაობის ცნებასთან ერთად სხეულის მოძრაობის სწავლებაში შემოვიდა დინამიური აზრი მოძრაობის იგივეობისა და განსხვავებულობის ერთიანობის შესახებ. ნიუტონის თვალსაზრისით, რომ თავისუფალი სხეული (იგულისხმება ისეთი სხეული, რომელზედაც არ მოქმედებენ სხვა სხეულები) – მუდმივად და უცვლელად იმოძრავენ თანაბრად გარკვეული მუდმივი სიჩქარით დროში და სივრცეში, შეიცვალა დიალექტიკური თვალსაზრისით, რომლის მიხედვით თავისუფალი სხეულის ბუნებრივი მოძრაობა არა მხოლოდ იგივე – უცვლელია დროში, არამედ თვით მოძრაობის შიგნით არსებობს სხვადასხვაგვარობა, რაც იმას ნიშნავს, რომ სხეულის ყოველივე ბუნებრივ - თავისუფალი მოძრაობის დროს აღიძვრება პროცესი, რომელიც ისწრაფვის ამ პროცესის თანდათანობით ცვლილებისაკენ საწინააღმდეგოზე, ანუ მიზიდვა შეიცვლება განზიდვით.

ზუსტად ასევე თავისუფალი სხეულის მოძრაობის ძირითადი ფორმა მიზიდვა-განზიდვა არ უნდა ჩაითვალოს როგორც რაღაც შეურიგებელი, საწინააღმდეგო მოვლენა, არამედ ეს გამოთქმა გავიაროთ შემდეგნაირად: თვით მიზიდვაში არის და ვითარდება თანდათანობით განზიდვა და ისინი ურთიერთქმედებენ ერთმანეთთან. ისინი განაპირობებენ ბუნების მოვლენებს მუდმივი წინააღმდეგობრიობით და ერთმანეთში ურთიერთგადასვლით.

არა ნაკლებ ფილოსოფიური მნიშვნელობა აქვს თანაბარი მოძრაობის რხევითი მოძრაობით შეცვლის იდეას იმ გაგებით, რომ ეს შეცვლა იძლევა თეორეტიკულ-შემეცნებით საფუძველს მზის სისტემის განვითარების კონცეფციისა და მისი შემდგომი ევოლუციის დამუშავებისას. მხოლოდ „მიზიდვის“, როგორც „დალის“ თეორეტიკულ-შემეცნებითი საფუძვლის არსებობა არასაკმარისია, მეტაფიზიკურია და მცდარია. ყოველი მოძრაობა ხომ

ცვლილების იგივეურია, იგი საერთოდ განვითარების ტოლფასი ცნებაა, მაშინ როდესაც „მიზიდვა“ – ცალმხრივი მოძრაობაა, რომელიც ბოლოს უნდა შეწყდეს კიდეც. „თანაბარ მოძრაობაში“ ჩვენ ვერავითარ ცვლილებას ვერ ვპოულობთ, ვხედავთ მხოლოდ მატერიის მუდმივად უსასრულობისაკენ დაშორებას, რაც იმას ნიშნავს, რომ მოძრაობა ან იქმნება, ან კი ისპობა. სწორედ ამიტომ მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობას და მათ ევოლუციასაც ვერ ავხსნით ვერც „მიზიდვის“ ძალით და ვერც „თანაბარი მოძრაობით“. იგი მხოლოდ რხევითი მოძრაობებით შეიძლება აიხსნას. სწორედ ესაა მოძრაობის უმარტივესი ფორმა.

იქ, სადაცაა მიზიდულობა, ვგულისხმობთ, რომ იგი წარმოშობილია განზიდვით. ძველი და ახალი დროის ფილოსოფოსებიც ხომ ყოველთვის თვლიდნენ, და სავსებით მართებულადაც, რომ მატერიის არსი მიზიდვაში და განზიდვაში მდგომარეობს.

აქედან ნათელია, რომ მოძრაობის პროცესი – გადაადგილების პროცესი უნდა ხასიათდებოდეს არა მხოლოდ სიჩქარით, არამედ საწინააღმდეგო მოქმედების წარმოქმნით ანუ ისეთი პროცესის წარმოქმნით, რომელიც თავის მოქმედებით ეწინააღმდეგება იმ ცვლილებებს, რომელიც განიცადა სისტემამ პირველადი პროცესის დროს.

„ყოველივე მოძრაობს, ყოველივე იცვლება“ – უთქვამს ჰერაკლიტეს. მექანიკური პროცესებისათვის ამ გამონათქვამს ეძლევა ის აზრი, თუ როგორია სხეულის სივრცული მდგომარეობა. ასეთია თანაბარი წრფივი მოძრაობის ამოცანა. ჩვენ კი ამ გამონათქვამს აღვიქვამთ, როგორც მოძრაობის განვითარებას, როგორც მოძრაობის სიჩქარის ცვლილებას ანუ უკუქმედების შედეგად აღძრულ აჩქარებას, რაც მოძრაობის დამახასიათებელი მნიშვნელობის ცვლილებაცაა. მაშასადამე, მატერიის მოძრაობის უმარტივეს ფორმად უნდა ჩაითვალოს მიახლოება-დაცილება, შეკუმშვა-გაფართოება, მიზიდვა-განზიდვა, ანუ რხევითი მოძრაობა. ამდენად უნდა აღინიშნოს, რომ ბუნებაში გვაქვს მხოლოდ რხევითი მოძრაობები, რომლებსაც ვახასიათებთ სიხშირით.

მატერიალური სამყაროს ყველა დანარჩენი ეგრეთწოდებული „ძალები“ – ხახუნის ძალები; ქიმიური ძალები, რომლებიც მატე-

რის მოზრდილ ნაწილაკებს ერთმანეთთან აკავშირებენ და აკავებენ; დრეკადობის ძალები, რომლებიც უნარჩუნებენ სხეულს თავის ფორმას; ბირთვული ძალები, რომელთა გამო ბრუნავენ ელექტრონები ატომის ბირთვის ირგვლივ განსაზღვრულ ორბიტაზე; მზის სისტემის ყველა სხეულის ურთიერთმოქმედების ძალები, თვით გალაქტიკათა მოძრაობები, აგრეგაციის ყველა მდგომარეობაც კი – ატარებენ რხევითი მოძრაობის ხასიათს. ეს აზრი განავითარა ბერნულიმ ჯერ კიდევ 1753 წელს. იგი თვლიდა, რომ თანაარსებობდა ცალკეული რხევები, რომლებსაც შეეძლოთ სუპერპოზიცია: „ყოველ სისტემაში სხეულთა ურთიერთმოძრაობანი ყოველთვის წარმოადგენდნენ სხვადასხვა სახის მარტივი, წესიერი და უცვლელი რხევების ნარევს“ (იხ. „ბერლინის აკადემიის ისტორია“).

სწავლება მატერიის მოძრაობის შესახებ, დაფუძნებული მხოლოდ მიზიდვაზე, მეტაფიზიკურია, მცდარია, არასაკმარისია და სანახევროა. ჰეგელის გენიალობა იმაშიც კი გამოიყვანდა, რომ მას გამოჰყავს მიზიდვა, როგორც მეორადი მომენტი განზიდვიდან, რომელიც პირველადაა. ჰეგელი სრულიად მართალი იყო, როცა ამბობდა, რომ მატერიის არსი – ეს მიზიდვა და განზიდვაა. კანტიც განიხილავდა მატერიას, როგორც მიზიდვისა და განზიდვის ერთიანობას. დიალექტიკის თვალსზრისით ყოველი მოძრაობა და მატერიალური სისტემების მთლიანობა, აგრეთვე მზის სისტემის არსებობის პროცესიც წარმოგვესახება შესაძლებლად მხოლოდ და მხოლოდ მიზიდვა-განზიდვის, მიახლოება-დაცილების, შეკუმშვა-გაფართოების ერთიანობის პროცესი.

თანამედროვე მექანიკის ენაზე ამ პროცესებს რხევითი მოძრაობები ეწოდება.

სამყარო არსებობს და იარსებებს, როგორც შეკუმშვა-გაფართოების, მიახლოება-დაშორების უსასრულო პროცესი, **ანუ პერიოდული რხევითი მოძრაობის პროცესი.**

აღსანიშნავია, რომ ატომის ბირთვის გახლეჩას პროტონებით, ნეიტრონებით, და „ა“ ნაწილაკებით სჭირდებათ ძალიან დიდი ენერგია. იმისათვის, რომ აღნიშნულმა ნაწილაკებმა შეაღწიონ ატ-

ომის ბირთვში, მათ ეს ენერგია უნდა გააჩნდეთ, თუმცა ცდები გვიჩვენებს, რომ ატომის გახლეჩა შესაძლებელია დამუხტული ნაწილაკის გაცილებით მცირე ენერგიების დროსაც. აღმოჩნდა, რომ არსებობს განსაზღვრული რეზონანსული ენერგიები, როდესაც არც თუ ისე დიდი ენერგიების მქონე დამუხტული ნაწილაკები ადვილად აღწევენ ბირთვში. ზოგიერთი ბირთვისათვის ასეთი რეზონანსული ენერგიები უფრო დამახასიათებელია, ვიდრე სხვა ბირთვებისათვის. ეს კი იმის ნიშანია, რომ ბირთვში არსებობს თავისუფალი ენერგეტიკული დონეები.

ბუნებრივია ვივარაუდოთ, რომ ატომის ბირთვში არა მხოლოდ ერთი, არამედ ნაწილაკთა მთელი ერთობლიობა ასრულებს გარკვეული სიხშირის პერიოდულ რხევით მოძრაობებს, რაც მათი არსებობის ფორმას წარმოადგენს; რხევათა მოძრაობების კანონების თანახმად ეს სიხშირეა სწორედ ატომის კინეტიკური ენერგიის განმსაზღვრელი, რომლისგანაც ძირითადადაა დამოკიდებული ატომის ინერტული მასა.

ჩვენ მიერ განხილული „თანაბარი“ მოძრაობა – ეს სხვა არაფერია თუ არა შედარებით დიდი ამპლიტუდისა და რხევის ხანგრძლივი პერიოდის რხევითი მოძრაობა.

სწორედ ამ რხევითი მოძრაობების შეკრების შედეგად ვღებულობთ სამყაროს მწყობრ კანონზომიერ სურათს.

§4. რხევითი მოძრაობა და დიალექტიკურ-მატერიალისტური მსოფლმხედველობა

სხეულთა თავისუფალი მოძრაობის განსაზღვრის დიალექტიკური ხასიათი გამოიხატება ოთხი თვისებით, რომლითაც ახასიათებენ ურთიერთობათა დიალექტიკას. თავისუფალ მოძრაობაში ვგულისხმობთ არა თანაბარ მოძრაობას, არამედ რხევითს.

პირველ რიგში – ზოგადად ბუნებრივი მოძრაობის განხილვისას, კერძოდ კი მზის სისტემის სხეულთა მოძრაობის, როგორც რხევითი მოძრაობის განხილვისას, პირველ ადგილზე ვაყ-

ენებთ ამ მოძრაობის არა შემთხვევით, გარეშე თვისებას, არამედ განსახილველი მოძრაობის შინაგან კანონზომიერ კავშირს ყველა სხვა სახის მოძრაობასთან; უცვლელი ცენტრალური პერიოდული რხევითი მოძრაობებისაგან წარმოიქმნება ყველა მოძრაობა როგორც არაორგანულ, ასევე ორგანულ ბუნებაში. რხევითი მოძრაობების სასარგებლოდ მეტყველებს ის გარემოება, რომ მათი მეშვეობით ხერხდება იმ ფიზიკური მოვლენების შეთანხმებული გააზრების, ერთიანი გაგების მიღწევა, როდესაც განსაზღვრულ პირობებში მოძრაობის ცალკეული ხარისხობრივი ფორმები ყოველთვის გადადიან ერთმანეთში გარკვეული თანაფარდობით. მეოცე საუკუნის ფიზიკამ დიდ წარმატებებს სწორედ რხევითი მოძრაობის იდეის გამოყენების გამო მიაღწია, რითაც მან შეძლო ფიზიკის ცალკეული დარგების შინაგანი კანონზომიერების დადგენა.

როდესაც რაიმე საპლანეტო სისტემის არსებობის პროცესს განვიხილავთ და მხედველობაში გვაქვს მიზიდვა-განზიდვა ანუ რხევითი მოძრაობა, ჩვენ ამით ორგანულად ვუკავშირებთ ამ სისტემის აგებულებას სამყაროს სხვა პროცესებს, რომლებიც დამოკიდებულია ერთმანეთზე, განაპირობებენ ერთმანეთს და ამავე დროს უწყვეტ კავშირში იმყოფებიან ბუნების არსებულ მოვლენებთან, როგორებიცაა: მატერიის აგებულების კინეტიკური თეორია, გაზების კინეტიკური თეორია, კრისტალური მესერის ელექტრომაგნიტური თეორია, ახალი კვანტური მექანიკა, ატომისა და ბირთვის აგებულება.

ყოველივე ეს მიუთითებს სამყაროს აგებულების ერთიანობაზე, მოძრაობის ძირითადი ფორმის ერთიანობაზე, მიზიდვა-განზიდვაზე ანუ პერიოდულ რხევით მოძრაობაზე, რაც დიალექტიკური თვალთახედვით მატერიის ჭეშმარიტ ფორმას წარმოადგენს. ეს მატერიის არსებობის ფორმაა.

მეორე რიგში – უნდა აღინიშნოს, რომ რხევათა მოძრაობის იდეაც დროთა განმავლობაში განიცდის გარკვეულ ცვლილებას. მიუხედავად მზის სისტემის და ზოგადად მთლიანი სამყაროს წონასწორული მდგომარეობისა, ისინი არ წარმოადგენენ

რალაც დამთავრებულს, უძრავს, როგორც თანაბარი მოძრაობის განმარტებიდან გამომდინარეობს; პირიქით, ისინი ამჟღავნებენ მოძრაობის, განვითარების, ცვლილების უნარს.

ეს ჩანს მათი სასრული ურთიერთგარდაქმნის პროცესებიდან და რხევათა მოძრაობის ეს პერიოდული პროცესები – მიახლოება-დაცილება, შემჩნეულია სპექტროსკოპული ანალიზის შედეგად თანამედროვე ეპოქის ასტრონომების მიერ; თუმცა მერვე საუკუნის ასტრონომებმაც კარგად იცოდნენ „უძრავი ვარსკვლავების“ ერთმანეთთან მიახლოების და დაცილების ფაქტის არსებობა.

ყველა ეს შორეული გალაქტიკა შორდება თანდათან ერთმანეთს, მაგრამ დადგება მომენტი, როდესაც კოსმიურ მომავალში ისინი კვლავ დაიწყებენ მიახლოებას. ზუსტად ასევე ვარსკვლავთშორის სივრცეში გაბნეული კოსმოსური მტვერი მილიარდი წლის შემდეგ უნდა შესქელდეს წარმოუდგენლად დიდი სიმკვრივის მქონე გიგანტური ზომის ვარსკვლავად, იმისათვის, რომ მასში წარმოიშვას ახალი ფიზიკური პროცესები, რომელთა საშუალებით მოხდება მზის სისტემის აღორძინება.

პერიოდული რხევითი მოძრაობების პროცესები მიგვითითებენ, რომ სამყაროში რალაც „განუწყვეტლივ წარმოიქმნება და ნადგურდება“; ადგილი აქვს უწყვეტ მოძრაობასა და ცვლილებას ისე, რომ ეს პროცესები წარმოებს მუდმივად ერთმანეთის მიყოლებით. ამის გათვალისწინებით იოლია მატერიის ყველა წრებრუნვის გააზრება, იმის აღქმა, რომ მატერია შეიძლება განიხნეს და კვლავ შემჭიდროვდეს, წარმოიქმნას ახალი სამყაროები დროის დაუსრულებელ ჟამთასვლაში და ეს ყოველივე დაუსრულებელი სამყაროების არსებობის ლოგიკურ დამტკიცებას წარმოადგენს.

მაგრამ რა სიხშირითაც არ უნდა ხდებოდეს სივრცეში დროთა ეს მოქცევა, რამდენი ურიცხვი მზეც არ უნდა წარმოიქმნას და დაილუპოს, ყოველივე ეს იმის მანიშნებელია, რომ რხევითი პერიოდული მოძრაობების ცნების შემოტანით მეცნიერებაში და მისი განვრცობა ბუნების ყველა პროცესზე იმის დამამტკიცებელია, რომ დიალექტიკური თვალსაზრისი მტკიცედ იკიდებს ფეხს მეცნიერებაში: ყოველთვის უნდა განიხილებოდეს მოძრაობა და მისი ცვლილება, მისი განვითარება.

მესამე რიგში – როდესაც ვადგენთ მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობას, და განვიხილავთ მას როგორც რხევითი მოძრაობას, ამით ჩვენ ვადგენთ შემდეგს: რა გზით მიმდინარეობს განვითარება, გარდაქმნა. რა გზით მიმდინარეობს თვით პლანეტების ცვლილება. რხევითი მოძრაობების სიხშირეთა თანდათანობითი რაოდენობრივი ზრდა ან კლება ინვევს რეზონანსის მოვლენას. ცნობილია, რომ პლანეტების ორბიტები სწორედ რხევითი მოძრაობების სიხშირეზეა დამოკიდებული. რეზონანსის დროს ხდება რხევათა მოძრაობების კავშირების რღვევა და ამ პროცესის გარკვეულ საფეხურზე ორბიტა ხდება არამდგრადი და აღარ შეესაბამება სისტემის მოძრავ წონასწორულ მდგომარეობას. ამ მომენტში ხდება ან ამპლიტუდის მკვეთრი ზრდა – ორბიტის რადიუსის ზრდა, ან მოძრაობის სიჩქარისა და ორბიტის მკვეთრი ცვლილება, რაც თავის მხრივ ციური სხეულის მასის ცვლილების ტოლფასია. ყველა ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ნახტომს, ხდება პირველადი ორბიტის ხარისხობრივი გარდაქმნა ახალ ორბიტად, უფრო მეტიც – შესაძლებელია ერთი ციური სხეულის გარდაქმნა სხვა სხეულად.

ყველა ამ შემთხვევაში ხდება ნახტომი, ხდება პირველადი ორბიტის ხარისხობრივი გარდაქმნა ახალ ორბიტად ან სულაც ახალ ციურ სხეულად.

სხეულთა, მოლეკულათა, ატომთა, ელექტრონთა, პროტონთა და თანამედროვე ფიზიკის სხვა ელემენტარულ ნაწილაკთა მჩქარობლური მდგომარეობის შესაბამისად მათი კინეტიკური ენერჯია გამოვლინდება განსხვავებულ ფორმებში: ან მექანიკურში, ან სითბურში, ან ელექტრომაგნიტურში ან კი ბირთვულში; სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, მოცემული რხევითი მოძრაობის საკუთარი კრიტიკული სიჩქარის დადგომისას, ნივთიერება იცვლის თავის მჩქარობლურ მდგომარეობას და მისი ენერჯიაც იცვლის თავის ფორმას.

თანახმად ბუნების ძირითადი კანონისა, ნაწილაკთა საშუალო კინეტიკური ენერჯიის რაოდენობრივი ცვლილება ინვევს ნივთიერების თვისებების რიგ ხარისხობრივ ცვლილებებს.

მაშასადამე, როგორც დედამიწის ზედაპირზე, ასევე ციური სხეულებისათვისაც რხევითი მოძრაობის პრინციპი სრულად ასახავს დიალექტიკის კანონს რაოდენობრივი ცვლილებების გარდაქმნის შესახებ ხარისხობრივ ცვლილებებად, რაც შეუძლებელია თანაბარი მოძრაობის დროს.

მეოთხე რიგში – როდესაც ვცდილობთ რხევების სიხშირისა და ამპლიტუდის ურთიერთდამოკიდებულების დადგენას ანუ ბრუნვის პერიოდსა და ორბიტის დიდ ღერძს შორის დამოკიდებულების დადგენას, რაც სისტემის მოძრავი წონასწორული მდგომარეობის და მოძრაობის მდგრადობის საწინდარია, ამით ჩვენ ვადგენთ დაპირისპირებულობათა ურთიერთგარდაქმნის წყაროს. ასეთი წყარო არა თანაბარი მოძრაობა, არამედ თვით რხევითი მოძრაობების პრინციპი ანუ მიზიდვა-განზიდვა, შეკუმშვა-გაფართოება, რაც მატერიის საფუძველში და არსში დევს. ეს არსიკი დაპირისპირებულობათა ერთიანობაა, რაც დიალექტიკის კანონის ასახვას წარმოადგენს.

მიზიდვა-განზიდვა არ უნდა ჩაითვალოს როგორც რალაც შეურიგებელი, შეუთანხმებელი და დაპირისპირებული მოვლენები, არამედ ისინი უნდა გავიაზროთ ისე, რომ გვესმოდეს, რომ თვით განზიდვაში ვითარდება მიზიდვა და მათი სასრული ურთიერთგადასვლით ან მათი მოძრაობის უმაღლეს ფორმაში გადასვლა განაპირობებს ბუნების ყველა მოვლენებს. სწორედ ეს წინააღმდეგობრიობა, რომელიც „სხეულთა არსშია ჩადებული“, მართავს მზის სისტემის პლანეტებსაც და მთელი სამყაროს მოძრაობასაც.

ჰეგელის გამონათქვამია: „სამყაროს მოძრაობას განაპირობებს წინააღმდეგობა“ (ჰეგელი, „ლოგიკა“), როდესაც მზის სისტემის სხეულთა მოძრაობის შემოთავაზებული მოდელის (რხევითი მოძრაობების ერთობლიობა) შინაარსს ჩავუკვირდებით, დავინახავთ, რომ ეს მოდელი სრულ თანხმობაშია მარქსისტულ-დიალექტიკურ მეთოდთან: აქ ჩანს ორგანული კავშირი ბუნების ყველა მოვლენასთან, მზის სისტემისა და მთელი სამყაროს განვითარებასთანაც.

§5. ინერციის კანონი და რხევითი მოძრაობა

მაშასადამე, ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინებით უნდა გამოვიტანოთ ფრიად მნიშვნელოვანი დასკვნა დინამიკის პირველი კანონის, „ინერციის“ კანონის შესახებ.

სრული მათემატიკური სიმკაცრითაა დამტკიცებული, ცდილსეული დაკვირვებითაცაა დადასტურებული და გამართლებულია დიალექტიკურ-მატერიალისტური თვალსაზრისითაც, რომ მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობა, გალაქტიკების მოძრაობა ვარსკვლავთმორის სივრცეში და მატერიალური სამყაროს ყველა „ძალები“ ემორჩილებიან რხევითი მოძრაობის კანონებს.

აქედან გამომდინარე, ნიუტონის პირველი კანონის ფორმულირება შემდეგნაირად უნდა გამოითქვას: „ყოველი თავისუფალი სხეული ინარჩუნებს პერიოდული რხევითი მოძრაობის მდგომარეობას მანამდე, ვიდრე გარეშე მიზეზი იძულებით არ შეცვლის ამ მდგომარეობას“.

„ინერციის“ კანონის თანახმად რხევითი მოძრაობები ნარჩუნდება და შეკრებისას იძლევა ამა თუ იმ ფორმის ტრაექტორიას, რომელიც ათვლის გარკვეულ სისტემას შეესაბამება და მოძრაობის განსაკუთრებულ მოვლენას მიეკუთვნება – ისეთებსაც კი, როგორც ჩვენ სივრცულ წარმოდგენებში შეიძლება წარმოისახოს.

ძველი ფილოსოფოსები მატერიის ძირითად თვისებას განიხილავდნენ, როგორც სხეულის ბუნებრივ მოძრაობას ზევიდან ქვევით იძულებით შეწყვეტამდე. ყველა დანარჩენ მოძრაობას განიხილავდნენ, როგორც იძულებითს, ან ძალდატანებითს, გამონვეულს წნევით და ა. შ. (არისტოტელე).

თუ ვისარგებლებთ ძველი ფილოსოფოსების თვალსაზრისით, შეგვიძლია გარკვევით ვთქვათ, რომ პლანეტების, სხეულების, მოლეკულების, ატომების, ელექტრონების და თანამედროვე ფიზიკის სხვადასხვა ელემენტარული ნაწილაკების ყოველგვარი ბუნებრივი – თავისუფალი მოძრაობა წარმოადგენს პერიოდულ რხევით მოძრაობას ყველა თავისი კანონზომიერებით; ამავე

დროს ეს რხევითი მოძრაობები განიხილება არა როგორც ე. წ. „ძალა“, არამედ როგორც მატერიის მოძრაობის უმარტივესი ფორმა.

დასკვნა

თანაბარი მოძრაობის არსებობის აუცილებელი სანინდარი, სიმძიმის ცენტრის მოძრაობის შენახვის თეორემის თანახმად, აბსოლუტურად უძრავი წერტილის არსებობაა – მთელი იზოლირებული სისტემის სიმძიმის ცენტრის არსებობა და მასთან ერთად ბუნებისგარეშე ძალის რაღაც „პირველი ბიძგი“, რომელიც ამ წერტილის თანაბარ მოძრაობაში მოყვანისთვისაა აუცილებელი. მაგრამ ბუნების ძირითადი კანონის – „წინააღმდეგობათა ერთიანობის“ კანონის თანახმად ყველა პროცესი, მათ შორის ყოველი მოძრაობაც დაკავშირებულია ცვლილებასთან – განვითარებასთან, როგორც ხარისხობრივად, ასევე რაოდენობრივად და შინაგანი წინააღმდეგობრიობით ხასიათდება. თანაბარი მოძრაობისას კი მსგავსი არაფერი ხდება. ამდენად, ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინებით დინამიკის პირველი კანონის ფორმულირება ასეთი უნდა იყოს:

„ყოველი თავისუფალი სხეული ინარჩუნებს პერიოდული რხევითი მოძრაობის მდგომარეობას, ვიდრე გარეშე მიზეზის გამო იგი იძულებით არ შეიცვლის ამ მდგომარეობას“.

ამით ჩვენ გვსურს შევიტანოთ მეცნიერებაში დიალექტიკური აზრი იმის შესახებ, რომ არ არსებობენ მატერიის მოძრაობის არავითარი გარეშე წყაროები: მოძრაობა თვით მატერიის არსს წარმოადგენს და მატერიის მოძრაობის უმარტივესი ფორმაა რხევითი მოძრაობა.

ციტირებული ლიტერატურა:

1. И. Ньютон. «Математические начала натуральной философии», пер. Крылова, изд. АН СССР, 1936 г.
2. Гегель. Логика т. I.
3. И. Кант. Критика чистого разума.
4. Энгельс. «Диалектика природы». Соц. Эк. Изд. 1931 г.
5. А. Андронов и С. Э. Хайкин. Теория колебания. 1937 г.
6. Е. Дюринг. «Критическая история общих принципов механики». 1893 г.
Выписки: Галилей, том IV дня Discorsit. XIII
Лагранж. Мéc AnAlitic (1841) DinAmikA cet III.
Д. Бернули. Histoire de l'Academie de Berlin 1753.
7. Т. Абзианидзе. Критика законов Ньютона и построение Кеплера эллипса. Часть I, О силе всемирного тяготения. 1961 г. Тбилиси.
8. Ф. Мультон. «Введение небесную механику». 1936 г.
9. А. Гано. Курс физики. 1874 г.
10. О. Д. Хвольсон. Курс физики. т. I, изд. 1938 г.
11. Д. Бом. Причинность и случайность в современной физике. 1959 г.
12. Розенберг. История физики. ч. I, 1935 г.
13. Линкольн Барнет. «Вселенная и труды д-ра Эйнштейна; с предисловием Эйнштейна.
Выписка: Фред. Уидл. Гипотеза пылевого облака. 1948 г.
14. Б. Г. Кузнецов. Беседы о теории относительности. 1960.
15. Теория относительности и материализм. Сборник статей. 1925.
16. Е. А. Фок. Теория пространства, времени и тяготения. 1955.
17. Вестник опытной физики и элементарной математики. Журнал 1905 г. №8-9, XXIV семестр №405-404.
18. Странатан. Частицы в современной физике.
19. Керами. Боги, гробницы, ученые.
20. А. Берн. Краткая история астрономии.

**ა. ეინშტაინის ფარდობითობის
სპეციალური და ზოგადი თეორიის
შესახებ**

автор
Г. С. АБЗИМИЦЕ
от 9-10-84

Г. С. АБЗИМИЦЕ

О некоторых методологических
проблемах естествознания.

Часть I

Оспаривание подлей теории
относительности А. Эйнштейна.

Сокращенная на 50%

§1. არაეკვივალენტური სივრცე და ცელნერის, კრუჰსის, უოლენის, გუტლაროვისა და ეინშტაინის ოთხგანზომილებიანი სივრცე

ძველი და ახალი სამყაროს ყველა დიდი ფილოსოფოსი თავისი ფილოსოფიური მსოფლმხედველობისა და კვლევის მეთოდების მიუხედავად, როდესაც ისინი ცდილობდნენ ბუნების საიდულოს ამოხსნას, თავის წინაშე ერთ ყოვლისმომცველ კითხვას სვამდა – ამოეხსნათ „სამყაროს ერთიანობის“ საკითხი. თუ პითაგორა-კუპლერის ძველ ტერმინოლოგიას მივმართავთ, ისინი ცდილობდნენ, ჩანვდომოდნენ „სამყაროს ჰარმონიას“; ფარადეისა და აინშტაინის გამოთქმით – შეექმნათ „ერთიანი ველის თეორია“; ჰეგელის, კანტისა და ენგელსის მიხედვით კი – ერვენებინათ „მატერიალური სამყაროს ერთიანობა“.

და აი, როცა მაქსველის ელექტრომაგნიტურმა თეორიამ იზეიმა დიდი გამარჯვება და ლორენცმა ფარადეის ელექტრომაგნიტური ველის ცნებასთან ერთად შემოიტანა ექსპერიმენტების საფუძველზე გამომუშავებული უტყუარი ცნება ელექტრონის, როგორც რეალური ნაწილაკის შესახებ, ელექტრონისა, რომელიც მოძრაობს ველის მხრიდან მასზე მოქმედი ძალების ზეგავლენით, მოხდა ისე, რომ ელექტრობის თეორიის განვითარებამ გამოიწვია ფიზიკის ჰორიზონტების ისეთი გაფართოება, რომ წარმოიშვა ზოგიერთი სიძნელე, რაც მაიკელსონის ცდის უარყოფით რეზულტატში გამოისახა. მაშინ ეინშტეინმა ფარდობითობის „სპეციალური“ თეორიის საფუძველზე დაიწყო, როგორც თვითონ ამბობდა, „ერთიანი ველის თეორიის“ დამუშავება, რისთვისაც წინ წამოსწია მიზიდულობისა და ინერციის ეკვივალენტურობის პრინციპი. ამით მან შეძლო აეხსნა ცნობილი ფაქტი – ვარდ-

ნილი სხეულების ერთი და იმავე აჩქარებით მოძრაობისა; მიუჩინა სათანადო ადგილი ინერტული და მძიმე მასების ტოლობას, რომელიც მანამდე ნიუტონის კლასიკურ ფიზიკაში შემთხვევით ხასიათს ატარებდა; მაგრამ მან ვერ შეძლო ერთიანი მათემატიკური განტოლებების საშუალებით დაეკავშირებინა მიზიდულობის კანონები და ელექტრომაგნიტური ველის კანონები, ე. ი. ვერ შეძლო „ერთიანი ველის“ თეორიის აგება.

ამ წარუმატებლობის შემდეგ სწორად დასმული ამოცანის ამოსახსნელად მან მიმართა ცელნერის, კრუქსის, უოლესის, ბუტლეროვის ოთხგანზომილებიანი სივრცის ცნებას და მათემატიკური ანალიზის დახვეწილი მეთოდით იგი აბსტრაქტული განტოლებების სახით წარმოადგინა.

მაშასადამე, თეორიულ ფიზიკაში წარმოიშვა ახალი კონცეფცია, რომლის თანახმად შესაძლებელი გახდებოდა გვეთქვა უარი ფიგურებისა და მოძრაობების აღწერის დეკარტისეულ იდეაზე, რაც ექსპერიმენტების რეზულტატების დამუშავებას აგვაცილებდა და დავკმაყოფილდებოდით მხოლოდ იდეალური ლოგიკურ-ფორმალური კონსტრუქციების აგებით, მხოლოდ ჩვენი გონების საშუალებით.

ასეთი ახალი მიდგომა ფიზიკური თეორიისადმი, რაც წარმატებით აიტაცა მრავალმა ცნობილმა ფიზიკოსმა, გაადვილდა ერნსტ მახისა და მისი ფილოსოფიური სკოლის იდეების გავრცელების გამო.

ამ სკოლას ა. ეინშტეინიც მიეკუთვნებოდა.

მიუხედავად ამისა, ბევრი ფიქრობს, რომ მეცნიერულ შემოქმედებაში ეინშტეინი იყო სტიქიური მატერიალისტი, [73²], [158²⁸], [1¹], რადგან ეინშტეინის მიხედვით სხეულის ნაწილაკები უნდა მიეკუთვნებოდეს ველს, და არა ემატებოდეს მას, როგორც ეს გააკეთა ნიუტონმა თავის ცარიელი სივრცის თეორიაში, სივრცისა, რომელიც ნაწილაკების (სხეულების) რაღაც სათავის წარმოადგენს; ან კიდევ, როგორც ეს გაიაზრა ლორენცმა თავის ელექტრონების თეორიაში. მაგრამ ასეთი სტიქიური ნახტომი მატერიალიზმის მხარისაკენ ოდნავადაც არ ცვლის ეინშტეინის

ფილოსოფიურ ამოჩემებას – წინასწარ შექმნილ აზრს, რომლის მიხედვითაც ნაწილაკთა მოძრაობის კანონები მთლიანად და სრულადაა დამოკიდებული ველის კანონებზე. ეინშტეინის მიხედვით სხეულების მოძრაობა სივრცეში ხდება არა ბუნების ძალების რაღაც კანონების საფუძველზე, არამედ სულ სხვაგვარად – ისე, თითქოსდა ეს სხეულები წარმოადგენენ „ენერჯის შენადედს“, რაღაც გარკვეულ ფორმირებას – ველის „ბურცობებს“ მის სტრუქტურაში და ეს „ენერჯის შენადედები“ მოძრაობენ გეოდეზურ ხაზზე [170¹¹], [94-97¹²].

თუ ერნსტ მახი ამბობდა, რომ სხეულები ან ნივთები „შეგრძნებათა კომპლექსს“ წარმოადგენს, რომ ისინი არსებობენ როგორც ადამიანის გრძნობების მიერ შექმნილი პირობითი ნიშნების სისტემები, ალბერტ ეინშტეინი უფრო შორს წავიდა და მახის აზრების მსვლელობას ლოგიკური დაბოლოება მოუძებნა – თავისი ფარდობითობის ზოგადი თეორიით გვიჩვენა, რომ „თვით ცნებები „სივრცე“ და „დრო““ მხოლოდ ჩვენი გონების ქვრეტის ფორმებია – გრძნობათა ერთობლიობა ან ინტუიციის ფორმებია, რომლებიც ცნობიერების განუყოფელი ნაწილია, ისევე როგორც ფერის, ზომის და ფორმის ცნებები“.

ამ პრობლემას – „ევეკლიდური“ თუ „არაევეკლიდური“, რაც „წარმოსახვით გეომეტრიას“ ნიშნავს და მექანიკის საფუძველსაც წარმოადგენს, ეინშტეინმა ჯერ კიდევ 1910-1916 წწ. მიაქცია ყურადღება. მაშინ ცნობილი ფიზიკოს-ასტრონომი ცელნერი (1834-1882), დაეყრდნო რა კაცობრიობის მიერ შექმნილ ლოგიკას აბსოლუტური უსასრულობის შესახებ, მე-19 საუკუნის დასაწყისში (ეინშტეინამდე ბევრად უფრო ადრე) მივიდა დასკვნებამდე, რომლებიც სავსებით საწინააღმდეგოა ჩვენი დასკვნებისა ბუნების შესახებ და ამტკიცებდა, რომ მარტივ, ნათელ დასკვნებს საფუძველში არასწორი აქსიომები უდევს. ასეთებია: „დროის უსასრულობის“ დაშვება და წარმოდგენები სივრცეზე, რომელსაც მხოლოდ „სამი განზომილება“ აქვს.

ცელნერი მივიდა იმ მოსაზრებამდე, რომ ორ წერტილს შორის მანძილი, როგორც ამას ევეკლიდეს გეომეტრია მოითხოვს, არის

არა ამ ნერტილების შემაერთებელი ნრფე, არამედ დიდი განიკვეთის ნრის რკალი, რაც შესაძლებელია მხოლოდ წარმოსახვითი ოთხგანზომილებიანი სივრცის დაშვებისას [644³].

დიდ მათემატიკოს ლობაჩევსკის ეს საკითხი ჯერ კიდევ 1829 წელს აინტერესებდა (იხ. ნ. ნ. კოვალიოვი „სივრცე, დრო და ფარდობითობის პრინციპი ნ. ი. ლობაჩევსკის შრომებში“).

თავის შრომაში ლობაჩევსკი წერს: „გამოსაკვლევი ის რჩება, როგორი სახის ცვლილებას გამოიწვევს წარმოსახვითი გეომეტრიის შემოტანა მექანიკაში. ხომ არ შევხვდებით ჩვენ აქ უკვე მიღებულ და უეჭველ ცნებებს საგანთა ბუნების შესახებ, მაგრამ იძულებულნი ვიქნებით შევზუდოთ ან სულ არ დავუშვათ ნრფეთა და კუთხეთა დამოკიდებულება. მაგრამ შეიძლება ვინინასწარმეტყველოთ, რომ ახალი საწყისები გეომეტრიაში იქნება იმდაგვარი, როგორც ეს გვიჩვენა ლაპლასმა (Mechanique celte J I Liv I ch. II), როცა დაუშვა შესაძლებლად სიჩქარის ყოველგვარი დამოკიდებულების არსებობა ძალისაგან.“

ნ. ი. ლობაჩევსკი, რომელიც ინგლისელი მათემატიკოსის კლიფორდის თქმით „გეომეტრიის კოპერნიკია“, თვითონაც ცდილობდა შეემონებინა ექსპერიმენტულად აქვს თუ არა ჩვენ სივრცეში ადგილი „წარმოსახვით გეომეტრიას“, თუ ევკლიდეს გეომეტრიით უნდა დავკმაყოფილდეთ. ამისათვის მან გამოიყენა ორი ვარსკვლავის პარალაქსების შედარების მეთოდი, მაგრამ გამოთვლებმა იგი ვერავითარ განსაზღვრულ შედეგამდე ვერ მიიყვანა.

ამის შესახებ ლობაჩევსკი წერს:

„ამრიგად, ძალიან სავარაუდოა, რომ ევკლიდური დებულებებია მხოლოდ ჭეშმარიტნი, თუმცა სამუდამოდ დარჩებიან დაუმტკიცებელნი“ [636⁴].

განთქმული მათემატიკოსი ჰაუსიცი ცდილობდა წარმოსახვითი გეომეტრიის გამოსაყენებადობის საკითხის გარკვევას ჩვენი სივრცისათვის, მაგრამ უკვე სამკუთხედისათვის მისი კუთხეთა ჯამის გაანგარიშებისას, როდესაც სამკუთხედის გვერდების სიგრძეები ძალიან დიდია (დედამიწის ზედაპირზე აღებული მანძილებია მხედველობაში), იგივე უარყოფითი შედეგები მიიღო.

ა. ეინშტეინის ფარდობითობის ზოგადი თეორია სრულად და მთლიანად ეფუძნება ლობაჩევსკის გეომეტრიას თავისი ორგანო-ზომილებიანი სივრცულ-დროითი მრავალფეროვნებით [44³¹].

სივრცე თავისი „ოთხი განზომილებით“, რომელსაც ეინშტეინმა „ოთხგანზომილებიანი სივრცით-დროითი კონტინუუმი უწოდა“ და, რომელსაც მან აბსტრაქტული მათემატიკური ფორმულების სამოსი მოარგო, სიახლეს არ წარმოადგენს. ევროპაში ასეთ სივრცეს დიდი ხანია აბუჩად იგდებდნენ, მან მოიარა ამერიკის სამეცნიერო წრეები და საბუთდებოდა არა აბსტრაქტული მათემატიკური ფორმულებით, როგორც ეს ხდება ეინშტეინის მოძღვრებაში და არც აპრიორული აუცილებლობით, არამედ „ცდისეული დაკვირვებით“ (?), რომლებსაც აწარმოებდნენ მეცნიერები: ზოოლოგი უოლესი, ცნობილი ასტრონომი და ფიზიკოსი, პროფესორი ცელნერი ლაიფციგიდან, სახელოვანი ქიმიკოსი ბუტლეროვი და მრავალი სხვა მეცნიერი, რომლებიც ცნობილნი იყვნენ საზოგადოებაში თავისი დიდი აღმოჩენებით მეცნიერების სხვადასხვა დარგში და სამეცნიერო ნდობასაც იმსახურებდნენ [82⁷], [74⁷], [81⁷], [78⁷].

ბუნების ეს მამაცი მკვლევარები ცდილობდნენ ნაწილობრივ ფილოსოფიური მოსაზრებით, ნაწილობრივ მათემატიკური ანალიზის დახვეწილი მეთოდებით გამოეკვლიათ სამყაროს, როგორც უსასრულო სივრცისა და უსასრულო დროის პირობებში, ცვლილებათა ჯაჭვი (რიგი), და ყოველთვის ლებულობდნენ ისეთ დასკვნებს, რომლებიც ეწინააღმდეგება ჩვენ წარმოდგენებს სივრცისა და დროის შესახებ. მათი დასკვნაა: ყოველგვარი ახალი ფიზიკური დაშვების გარეშეც შესაძლებელია სივრცისა და დროის წარმოდგენა ძალიან დიდ, მაგრამ სასურველ სიდიდეებად, ფაქტობრივად, ორგანოზომილებიან სიდიდეებად. ამის შემდეგ კი ადვილია მატერიის წრებრუნვის ახსნაც, როდესაც იგი მონაცვლეობით განიბნევა და ისევ შემჭიდროვდება [644³], [645³].

ასეთი მისტიციზმი ოთხგანზომილებიანი სივრცის ირგვლივ, რაც ცელნერისა და სხვების ქმედების შედეგად გაჩნდა, უსათუოდ მოასწავებს „ახალი ერის დასაწყისს მათემატიკაშიც და იმ მეც-

ნიერებაში, რომელიც შეისწავლის სულებს. სულები მიუთითებენ მეოთხე განზომილების არსებობაზე, ისევე როგორც მეოთხე განზომილება ადასტურებს სულების არსებობას“ [817], [827].

ამ „ცდისეული კვლევებისა“ და „მათემატიკაში ახალი ერის“ ირგვლივ წამოწეულმა დისკუსიებმა დააინტერესა სანკტ-პეტერბურგის სამეცნიერო საზოგადოების დიდი მეცნიერ-ქიმიკოსი ა. მ. ბუტლეროვი, რომელიც საზოგადოებამ მიავლინა ევროპაში, რათა შეესწავლა მეოთხე განზომილების მისტიკა. შედეგად მოხდა ისე, რომ თვით ბუტლეროვი გაიტაცა სპირიტუიზმმა და მან დაიწყო გერმანელი მეცნიერის ცელნერის შეხედულებების არა თუ გაზიარება, არამედ მათ განმტკიცებასაც კი მიჰყო ხელი. სანკტ-პეტერბურგში ჩამოსვლის შემდეგ მან დაწერა სტატია: „სივრცის მეოთხე განზომილება და მედიუმიზმი“. ამ სტატიაში მან მოიყვანა ცელნერის აზრი მანძილზე მოქმედების შესახებ, მეოთხე განზომილების შესახებ [963⁶⁰] და აღწერა მისი „ცდა“ (?) ამერიკელი მედიუმის ჰენრი სლედის მონაწილეობით, რომელიც 1877 წლის 17 დეკემბრის დილის 11 საათზე ჩატარდა ლაიფციგში. ასე რომ, მეოთხე განზომილების ასე დიდხანს გაგრძელებული მისტიკა, რომლის გაძლიერებულ პროპაგანდას ეწეოდნენ მე-19 საუკუნის დასასრულის ისეთი გამოჩენილი მეცნიერები, როგორებიცაა ცელნერი, კრუქსი, უოლესი, ბუტლეროვი და სხვები, და რამაც მეცნიერებაში და მათემატიკაში სულების გაჩენის იდეას შეუწყო ხელი, სასიკვდილოდ იქნა განადგურებული და საბოლოოდ განდევნილი მეცნიერებიდან საზოგადოებრივი ცხოვრებისა და მეცნიერების განვითარების მთელი მსვლელობით [143-158²⁰].

მე-20 საუკუნის დასაწყისში მეოთხე განზომილების მთელი ეს მისტიკა ეინშტეინის შრომების შედეგად ისევ აღმოცენდა ევროპაში; შემდეგ მან შემოუარა ამერიკას და როგორც ადრე, კვლავ შეიმოსა აბსტრაქტულ მათემატიკურ ფორმულებში და კვლავ წარმოიშვა ელემენტარული ნაწილაკების „ნების თავისუფლება“ და მატერიის ანიგილაცია.

აქედან ვიღებთ ძველ რეზულტატს ახალ ეტაპზე, რაღაც ისეთს, რაც მსგავსია შრომებისა „ინდეტერმინიზმი თეოლოგი-

ური შედეგებით“; „გონება ბუნების სამყაროში“; „ადამიანის ადგილი ღვთის სამყაროში“, სულის უკვდავება და ა. შ. და ყოველივე ამას წერენ პ. იორდანი, ა. კომპონი და სხვა განთქმული ფიზიკოსები [15⁸].

არა ნაკლებ საკვირველია ცნობილი შვედი ასტრონომის გ. სტრომბერგის წიგნი „სამყაროს სული“ [15⁸] და პროფესორ ბოგორაზ-ტანის წიგნი „ეინშტეინი და რელიგია“ [142¹²], რომელშიდაც მრავალი მონაჩმახის გვერდით „მსოფლიო სულების“ არსებობა მტკიცდება.

ასეთი გამონათქვამები ბევრ გამოჩენილ ფიზიკოსს გაუკეთებია; მაგალითად, ამერიკელი პერსონალისტი ე. ბრაიტმენი ამტკიცებს: „ენერგია, რომელზედაც საუბრობენ ფიზიკოსები – ეს ღვთის ნებაა მისი მოქმედებისას“ [485⁸], [142¹²].

თავისი შემოქმედებითი აღმავლობის პირველ წლებში (1905-1915 წწ.) ეინშტეინი იცავს „სამყაროს შექმნასაც“, მის „დაღუპვასაც“, „მიზეზობრიობის დასასრულსაც“ და „დროის მოსპობასაც“ (იხ. ი. ვ. კუზნეცოვი [53⁸], მ.მ. კარპოვი [222⁸]).

ეს მონაჩმახები, ეინშტეინის აზრით, უშუალოდ მთელი მისი თეორეტიკული კონცეფციიდან გამომდინარეობს [53⁸]. შემდგომში ამ კონცეფციაზე მან უარი თქვა [245²], [246²], [177²], [178²] (იხ. *Философские вопросы современной физики*, стр.15, 17, 52, 53, 222, 485 изд. 1952 года. *Теория относительности и материализм*. Сборник, стр. 142, изд. 1925 года).

ეინშტეინის მთელი თეორეტიკული კონცეფცია მისი შემოქმედებითი აღმავლობის პირველ წლებში ჩაისახა და ეს მოხდა ბავშვობიდანვე გამომუშავებული რელიგიური მსოფლმხედველობის გავლენით.

სტატიაში „მეცნიერება და რელიგია“ ეინშტეინი პირდაპირ აცხადებს: „მე ვამტკიცებ, რომ კოსმიური რელიგიურობა სამეცნიერო კვლევის უძლიერეს და უკეთილმობილეს მამოძრავებელ ძალას წარმოადგენს (იხ. Einstein, *mein Wiltbild J.*¹ // [228⁸]). მაგრამ თავისი სიცოცხლის მოგვიანო წლებში, როდესაც მას პოლიტიკურ-საზოგადოებრივი სიტუაციის გამო მოუხდა ნაცისტური

ორგანიზაციებისაგან თავის დაცვა, იგი იძულებული გახდა მიმხრობოდა პროგრესსა და მსოფლიო დემოკრატიას, რომლებიც გაძლიერებულად მფარველობდნენ და უფრო ხილვადობდნენ მას. ამის შედეგად ეინშტეინმა დაკარგა გარკვეული გეზის იდეურ-ფილოსოფიური ნიადაგი, რაც ასე საჭიროა თავისებური და თავისუფალი აზროვნებისათვის. ამ მომენტიდან (1925 წ.) ეინშტეინის შემოქმედებითი მოღვაწეობა შეწყდა, რის შემდეგ მთელი მისი მოღვაწეობა დავიდა იქამდე, რომ საკუთარი ადრინდელი გამონათქვამებისთვის მიეცა მატერიალისტური სახე. 1925 წლის შემდეგ ეინშტეინის ახალ შემოქმედებით აღმასვლას ჩვენ ვერ ვპოულობთ; სიცოცხლის მიწურულში იგი მტკიცედ გაემიჯნა თანამედროვე ფიზიკას, განსაკუთრებით კი კვანტურ ფიზიკას და ყოველივე ამას უწოდა „კამათის თამაში“.

„ფიზიკოსების აზრით, მე გამოჩენილი მოხუცი ვარ, მაგრამ დარწმუნებული ვარ, რომ მომავალში ფიზიკის განვითარება სხვა გზით წარიმართება, ვიდრე აქამდე“ [246²]. „თუმცა არ ვფიქრობ, რომ შემდგომი განვითარებისათვის კვანტური თეორია შესაფერის საწყის ნერტილს წარმოადგენს. ეს ის პუნქტია, რომელშიდაც ჩემი მოლოდინები ემიჯნება თანამედროვე ფიზიკოსების უმრავლესობის მოლოდინებს (იხ. ა. ეინშტეინი და თანამედროვე ფიზიკა. შემოქმედებითი ავტობიოგრაფია [67²]).

პრინსტონის უმაღლესი სამეცნიერო კვლევების ინსტიტუტის დირექტორი ფიზიკოსი რობერტ ოპენჰეიმერი, ენრიკო ფერმის სახელობის პრემიის ლაურეატი, რომელიც თავისი მუშაობის 30 წლის მანძილზე მჭიდროდ თანამშრომლობდა ა. ეინშტეინთან, ამბობს შემდეგს: „მაგრამ სიცოცხლის უკანასკნელ წლებში, ბოლო 25 წლის განმავლობაში წარსულთან კავშირი, რაღაც აზრით, ეინშტეინის წარუმატებლობის მიზეზს წარმოადგენდა. ეს პრინსტონში გატარებული წლების დროს ხდებოდა და ეს ფაქტი, როდენ მწარეც არ უნდა იყოს იგი, არ უნდა დაიმალოს. ეინშტეინმა დაიმსახურა ამ წარუმატებლობის უფლება. იმ წლებში იგი ცდილობდა დაემტკიცებინა, რომ კვანტური მექანიკა რიგ წინააღმდეგობებს შეიცავს“. . . იგი ამბობდა, რომ „კვანტური

მექანიკა მას უბრალოდ არ მოსწონს“. ეინშტეინი ვერ ერიგებოდა ამ თეორიაში არსებულ განუსაზღვრელობის ელემენტს. მას არ შეეძლო მოწონებოდა უარის თქმა უწყვეტობისა და მიზეზობრიობის იდეებზე. იგი ამ იდეებით იზრდებოდა, იგი მათ იცავდა და ძლიერ გაამდიდრა ისინი; მას ძლიერ უჭირდა ამ იდეების დასამარების მომსწრის როლში ყოფნა, თუმცა აღსანიშნავია, რომ მან თვით გამოჭედა მათთან მრძოლის მახვილი. იგი მხურვალე და კეთილშობილ პაექრობას ეწეოდა ნილს ბორთან, როცა დაობდა მის მიერვე შექმნილი და ასე საძულველი თეორიის საკითხებზე. მეცნიერების ისტორიას ასეთი შემთხვევები ადრეც უნახავს [12⁰²].

ურიგო არ იქნებოდა გვეხსენებინა, რომ ამჟამად ალაპარაკდნენ რიმანის ხუთგანზომილებიან სივრცეზე: „კალუცამ (1921) შემოიღო ხუთი კოორდინატი და მათთან ერთად ინტერვალის ცნებაც ხუთგანზომილებიან რიმანისეულ სივრცეში . . . მაშინ საკმაოდ განსაცვიფრებლად აღმოჩნდა, რომ ეინშტეინის განტოლება ხუთგანზომილებიან სივრცეში ზუსტად დაიშლება ამავე სახის ეინშტეინის განტოლებებად უკვე ოთხგანზომილებიანი სივრცისათვის და მაქსველის განტოლებებად“. . .

„ხუთგანზომილებიანი თეორიის განვითარებაში მონაწილეობა მრავალმა ფიზიკოსმა მიიღო. ასეთებია: ეინშტეინი, ბერგმანი, მანდელი, ფოცი, იორდანი, როზენფელდი და სხვები [44⁹-45⁹], [338¹⁶].

როდესაც კომპტონის, სტრომბერგის, ბოგორაზ-ტანის, იორდანის და სხვების წიგნებს ვეცნობით, ძნელია გაარჩიო – რა განსხვავებაა მე-19 საუკუნის ცელნერის, კრუქსის, ბუტლეროვის და სხვა მეცნიერების „სულებისა“ და მეოცე საუკუნის ზემონახსენებ ოთხგანზომილებიანი სკოლის ფიზიკოსთა „სულებს“ შორის. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ – რა განსხვავებაა ბატონ ფოქსის და ფიზიკოს კრუქსის (რომელიც თავის სახლში, მაყურებელთა თანდასწრებით ატარებდა „მოხდენილ ცდებს“, რომ დაემტკიცებინა სულის მატერიალობა) შეგრძნებებსა და იმ შეგრძნებებს შორის, რომლებიც მიიღება „აბსტრაქტული განტოლებებისა“ და „მოხდენილი ცდების“ საშუალებით, რომელთაც „გულგრილად

ვერ აუვლიან“ გვერდს მეოცე საუკუნის მეორე ნახევრის ოთხ-განზომილებიანი თეორიის ფიზიკოსები [79⁷-80⁷], [44⁹-45⁹].

მაშასადამე, თუ მე-20 საუკუნის ბოლოს იდგმებოდა „მოხდენილი ცდები“ (?), რომ დაემტკიცებინათ არარეალური სულების მატერიალურობა და დაედგინათ ესა თუ ის „კანონზომიერებანი“ (?) მათ გაჩენასა და გაქრობას შორის, მეოცე საუკუნის მეორე ნახევარში იდგმებოდა არა ცდები, არამედ ადგენდნენ „აბსტაქტულ განტოლებებს“ და „მოხდენილ ცდებს“ იმისათვის, რომ დაემტკიცებინათ რეალური ნაწილაკის არამატერიალურობა და დაედგინათ, რომ არ არსებობს არავითარი „კანონზომიერება მის გაჩენასა და გაქრობას შორის (ნივთიერების ორგვარი ბუნება, „მატერიის ანიგილაცია“, ნაწილაკთა ნების თავისუფლება, „განუსაზღვრელობის პრინციპი“ და ა. შ.). აი, რა შედეგებამდე მივყავართ ა. ეინშტეინის სწავლებას, რომელსაც ჩვენში სათავეში უდგას ზოგიერთი აკადემიკოსი და პროფესორი, „გრავიტონების“ მაძიებლები; მათ მხარს უბამს ბევრი სხვაც, ვინც გატაცებულია გრავიტაციული ტალღებით და „მოდური ფრიალით“.

მიზიდულობის ტალღების, ანუ როგორც ამჟამად არის მიღებული, „გრავიტაციულ ტალღებზე“ საკითხს მრავალი ცნობილი ფიზიკოსი და ასტრონომი ამუშავებდა. ესენია: ლაპლასი, გრინი, ნეიმანი, ზელიგერი, ვებერი. ისინი იმ დასკვნამდე მივიდნენ, რომ მიზიდულობის განხილვისას საუბარიც კი არ შეიძლება ტალღისებური მოძრაობის შესახებ რაიმე გარემოში, თუ არ გვინდა ისეთი ფაქტის დაშვება, რომელიც ბუნების მოვლენების გააზრების თანამედროვე შეხედულებების საწინააღმდეგოა.

ხომ არ დადგა ის დრო, რომ ჩვენ, მეოცე საუკუნის ფიზიკოსებმა გაბედული და მტკიცე შემობრუნებით საბოლოოდ ვუარყოთ მეოთხე განზომილების ეინშტეინის, ცელნერის, ბუტლეროვის და სხვათა მისტიკა, მით უმეტეს, რომ მსოფლიო მიზიდულობის მისეულ სახელგანთქმულ განტოლებას, რომლისთვისაცაა მოყვანილი ოთხგანზომილებიანი სივრცის ცნება, ეინშტეინმა უწოდა „მდგომარეობიდან დროებით თავის დაღწევა“ [81⁷]. რაც შეეხება თანამედროვე ფიზიკას, განსაკუთრებით კი კვანტურ მექანიკას,

სადაც მისი ღვაწლი უფრო მეტია, ვიდრე ამ თეორიის დამაარსებლის – მაქს პლანკისა, აქ ეინშტეინმა უარყოფითი პოზიცია დაიკავა [83²], [178²], [146²].

1947 წელს ეინშტეინი წერდა ბორნს: „ჩვენ მეცნიერულ შეხედულებებში ანტიპოდები აღმოვჩნდით, შენ გჯერა ღმერთისა, რომელიც კამათელს თამაშობს, მე კი ობიექტურად არსებული სრული კანონზომიერებისა, რაც მე უაღრესად სპეკულატიური სახით მინდა გამოვავლინო. ვიმედოვნებ, რომ ვინმე იპოვის უფრო რეალისტურ გზას, და შესაბამისად მსგავსი თვალსაზრისის უფრო ხელშესახებ ფუძეს, ვიდრე ეს მოვახერხე მე“ (იხ. Успехи физ. наук т. 59, вып. 1. 1956 г. стр.130) [178²].

ეინშტეინი ვერ ეგუებოდა განუსაზღვრელობის პრინციპს, უწყვეტობის პრინციპზე უარის თქმას, თუმცა თვით არის მათი ავტორი. იგი ხომ ამ იდეებს ამდიდრებდა გამიჯვნამდე, უკანასკნელ წლებში კი შეიძულა ისინი და ამ ნიადაგზე აწარმოებდა კეთილშობილ, მაგრამ მგზნებარე ბრძოლას ნილს ბორთან [12⁶²].

§2. ეინშტეინის ფარდობითობის პრინციპი და მ. საიჟორის, მ. კანდინსკისა და კ. მილუჰინის აბსტრაქციონიზმი

შემოქმედებით აზროვნებაში და საერთოდ მთელ ხელოვნებაში – პეიზაჟურ ფერწერასა ან ლიტერატურულ პოეზიაში ხასიათის ასახვა სრულადაა დამოკიდებული გარემომცველ ეპოქაზე, თვით მხატვრის, სკულპტორისა და ლიტერატორის ესთეტიკურ შეხედულებაზე.

ზუსტად ასევე მეცნიერულ ჰიპოთეზებსა და მეცნიერებაში აისახება მოაზროვნე-მეცნიერის მსოფლმხედველობა, კავშირი საზოგადოებრივ ცხოვრებასთან კი ხორციელდება ყოველთვის ირიბი გზებით, მედიტაციათა კიბით.

აქედან ნათელია, რომ ნებისმიერი მხატვრული მოვლენის, ნებისმიერი ლიტერატურული თუ სკულპტურული ნაწარმოების,

ნებისმიერი მეცნიერული ჰიპოთეზისა და მთელი სამეცნიერო აზრის მიმართულების კვლევა ვერ იქნება მეცნიერული, თუ არ განვიხილავთ თვით ავტორის, მხატვრის ან სკულპტორის ეპოქას, მსოფლმხედველობასა და ესთეტიკას. ყოველივე ზემოაღნიშნული ხომ გონებაჭვრეტის შედეგად მიღებული დასკვნებია და ჩვენი აზროვნების კონსტრუქციაა [52⁸].

ზოგიერთებს შესანიშნავად ესმით გამოყენებული ტერმინოლოგიის უზუსტობა, კრიტიკიუმთა პირობითობა ამა თუ იმ საკითხის გაშუქებისას. ისინი ზოგადმნიშვნელოვანი ცნებებით ეწევიან სპეკულაციას და ცდილობენ დაამტკიცონ საკუთარი თეორიების სისწორე. შეიძლება ეს თეორიები გასაგებია მათთვის, მაგრამ სხვებისათვის კი არა.

და როცა ცდილობ ჩანვდე, თუ სად გადის წყალგამყოფი სამყაროსა და ანტისამყაროს შორის – ესე იგი იმ უბნებს შორის, სადაც ანტინაწილაკების მოჭარბებული კონცენტრაციაა და ნივთობრივი სამყაროს (მატერიალური სამყაროს), რეალური სინამდვილის სამყაროს შორის, რწმუნდები, რომ იგი არც ბუნების მოვლენებზე დაკვირვებით და არც ამა თუ იმ ცდით შეიძლება მოინახოს. უბრალოდ რომ ვთქვათ – აქ ნათლად ჩანს თეორიის ავტორის მსოფლმხედველობა და მსოფლშეგრძნება.

ზუსტად ასევე, თუ თვალს გავაყოლებთ მეცნიერული, მხატვრული და ლიტერატურული აზროვნების განვითარებას მთელი ისტორიული ეპოქის განმავლობაში, ნათლად შევამჩნევთ, რომ მეცნიერული აზროვნების განვითარება, მეცნიერული, მხატვრული და ლიტერატურული აზროვნების გარდატეხები ყოველთვის ხასიათდებოდა ერთი და იმავე პრინციპული, მაგრამ თავისებური ანასახით საზოგადოებრივი ცხოვრების ყველა სფეროში.

მე-15 საუკუნის დასასრულის და მე-20 საუკუნის დასაწყისი – ეს ღრმა გარდატეხის ეპოქაა მეცნიერული აზრის განვითარებაში არა მხოლოდ ევროპაში, არამედ მსოფლიოშიც.

მეცნიერული აზრის სხვადასხვა მიმართულებით მზადდებოდა მეცნიერული გადატრიალება. ეს ეპოქა მოითხოვდა და შობდა კიდევ გენიოსებს ყველა სფეროში. ამ ეპოქაში ცხოვრობდნენ და

ქმნიდნენ გენიოსები ლეონარდო და ვინჩი, რაფაელი, კოლუმბი, მაგელანი, ულბრიხტ ფონ გუტენი, მიქელანჯელო, კოპერნიკი და მრავალი სხვა ტალანტი; მათ გაამდიდრეს კაცობრიობა ამა თუ იმ დარგში და ამ ეპოქას „აღორძინების“ ეპოქა ეწოდა. იგი მოითხოვდა სიახლეებს და ამისათვის ქმნიდა და კიდევაც მეცნიერული აზრის ტიტანებს, მეცნიერული შემოქმედების ტიტანებს კაცობრიობის ცხოვრების ყველა დარგში. ასე რომ, საზოგადოებრივი ცხოვრების განვითარება არ ხდება განცალკევებულად, ცალკეულ დარგთან კავშირის გარეშე; ყველა ეპოქაში იგი ერთიანი აზროვნების პრინციპული იგივეობით ხასიათდებოდა.

შემთხვევითი არაა, რომ ჩვენი ეპოქის აბსტრაქციონისტები და სიურეალისტები (მხატვრული მიმდინარეობა, რომელიც 1908 წლის აბსტრაქციონიზმის ნიადაგზე, 1924 წელს გაჩნდა), რომელთაც არავითარი მსოფლმხედველობა არ გააჩნდათ, არ ჰქონდათ არანაირი პროგრამა, ქადაგებდნენ სრულ და სუფთა ნიჰილიზმს; მათი იდეები იბადებოდა „უმაღლესი რეალობის“, „უმაღლესი გონის“ სფეროებში და მათი სიმბოლო გახლდათ: არაფერი, ვაკუუმი, სიცარიელე [6⁵⁸]. ისინი თავის ფილოსოფიურ წინამორბედად და მასწავლებლებად კანტს, შოპენჰაუერს, ჰარტმანს, ნიცშეს, ეინშტეინს, ბორს და ჰაიზენბერგს ასახელებდნენ. ამ უკანასკნელთათვის მთელი სამყარო ხომ მხოლოდ საკუთარ წარმოდგენას ეფუძნებოდა და იგი რაღაც არსებული „მსოფლიოების“ პროექციაა [32⁵⁷]. როგორც ანდრეი ბელი წერს, „პოეზია შინაარსობრივი მხრიდან ღმერთის ხედვაა“, თევდორე სოლოგუბი კი ამტკიცებდა: „მე საიდუმლო სამყაროს ღმერთი ვარ, მთელი სამყარო კი არსებობს მხოლოდ ჩემს ოცნებებში“ [33⁵⁷].

ზუსტად ასევე, ჩვენს ეპოქაში ალბერტ ეინშტეინისთვის მსოფლიო ანუ „კოსმოსური რელიგიურობა – უკეთილშობილესი ძალაა სამეცნიერო კვლევებისას“ [228⁸]; „მსოფლიო კი – განჭვრეტის, ინტუიციის ფორმაა“ [20¹⁰].

ჰაიზენბერგისათვის, ბორნისათვის, იორდანისათვის და კომპტონისათვის სამყარო არავითარი კანონზომიერებით არ ხასიათდება, არამედ იგი მასში მიმდინარე მოვლენების სრული უმიზეზობით გამოირჩევა.

ამერიკელი პერსონალისტი ე. ბრეიტმანი ამტკიცება: „ენერგია – ეს ღვთის ნებაა მოქმედებისას“ [485³]; „მსოფლიო სულების“ არსებობას კი ასტრონომი სტრონბერგი და ფიზიკოსი ბოგორაზ-ტანი ამტკიცებენ [142²⁶], [15³⁰].

რა ესთეტიკის, რა მსოფლმხედველობისა და რა გარემომცველი ეპოქის დანახვა შეიძლება ამ აბსტრაქციონისტებთან, სიურეალისტებთან, რელატივისტებთან, დეისტებთან, რომელთა იდეები იზადებიან „უზენაესი გონის“ სფეროებში „სულების“ სახით და ხორცს ისხამენ ვ. კანდინსკის, კ. მალევიჩის, მ. სეიფორის, გ. სტრომბერგის, ე. ბრეიტმანის, ბოგორაზ-ტანის, პ. იორდანის, კ. კომპტონისა და სხვების საიდუმლო ოცნებებში და რელიგიურ-ინტუიციურ ზემოთაგონებაში. მათთვის „ბუნებრივი სინამდვილე სულ სხვა რამაა, ვიდრე ამ სინამდვილის დამახინჯებული სახის წარმოდგენა ადამიანის ცნობიერებაში“ [110⁵⁷]. აქ დარღვეულია ჭეშმარიტად მეცნიერული და მხატვრული მეთოდების დამახასიათებელი პრინციპები, ისინი შერყვნილი ფორმით ხორციელდება. მაგალითისათვის განვიხილოთ ვილსონის ტილო „ხატი“, ამერიკელი მხატვრის სემ ფრენსისის 1960 წლის „კომპოზიციები“, სალვადორ დალის „წმინდა ანტონიოს ცდუნება“ (1946 წ.), ვ. კანდინსკის „თეთრი შროშანი“ (1929 წ.), მალევიჩის „შავი სუპერმეტრული კვადრატი“ (1913 წ.) და კიდევ სხვა [93⁵⁷], [120⁵⁷]. ამ ტილოებზე წარმოდგენილი „სიმბოლოები“ თუ „ნიშნები“ ნე-ბისმიერია, მათ არა აქვთ არავითარი ზოგადი მნიშვნელობა და საკუთრივ თვით მხატვრისათვის არიან „გასაგები“ [120⁶⁶], სხვებისათვის კი – არა.

ზუსტად ასევე, მეცნიერულ აზრში, მეცნიერულ თეორიებში ხდება რეალურის და ნამდვილის დაკარგვა და გვთავაზობენ აბსტრაქტული განტოლებების სახით ამ სინამდვილის დამახინჯებულ სახეს. ცხადია, ამ განტოლებებს არავითარი ზოგადი მნიშვნელობა არ გააჩნიათ, ისინი „გასაგებია“ მხოლოდ ამ თეორიების ავტორებისათვის, სხვებისათვის კი – არა.

ეინშტეინი ამის შესახებ ნათლად და გარკვეულად წერს: „ვიმედოვნებ, რომ ვინმე იპოვის უფრო რეალისტურ გზას, და

შესაბამისად, მსგავსი თვალსაზრისის უფრო ხელშეხსნებ ფუძეს, ვიდრე ეს მოვახერხე მე“ [130⁵²], [178²] და ყოველივე ამას „კამათ-ლის გაგორებას“ უწოდებს [178²].

კიდევ უფრო ნათლად წერს ცნობილი ინგლისელი ფიზიკოსი ჯ. ტომსონი: „იძულებული ვარ ვაღიარო, რომ ჯერ კიდევ არავის არ მოუხერხებია ნათლად და გასაგებად განემარტა, რას წარმოადგენს სინამდვილეში ეინშტეინის თეორია“ [225¹³].

კიდევ უფრო გაუგებარია დე ბროილის ნაწილაკებისა და ტალღის დუალიზმი. აი, რას წერს დე ბროილი: „ხერხი, რომლის საშუალებითაც გონივრულად იქნებოდა გაგებული ტალღისა და ნაწილაკის ეს ასოციაცია, მთლიანად ნათელი არ არის“ [212¹¹].

იგივე შეიძლება ვთქვათ მატერიის შესახებაც. მას გამოაცალეს თავისი არსებობის ფორმა, მისი მთავარი ატრიბუტი – მოძრაობა. გამოაცხადეს იგი ინერტულ წარმონაქმნად – უმოქმედოდ, რის სანაცვლოდ წამოაყენეს „ენერგიის შენადედის“ – „კონცენტრირებული ენერგიის“ ცნება გამრუდებულ ოთხგანზომილებიან სივრცეში, გამოაცხადეს განუსაზღვრელობის პრინციპი, უარყვეს დეტერმინიზმი და ამკვიდრებენ მატერიის ანიჰილაციისა და მისი უმიზნოდ ენერგიად გადაქცევის (და პირიქით – ენერგიის გარდაქმნა მატერიად) კულტს.

ყოველივე ეს, თითქოსდა, გასაგებია ამ თეორიის ავტორისათვის, მაგრამ გაუგებარია სხვებისათვის, ამიტომ მათ დასაშვებად მიაჩნიათ საიქიოს „სულები“, „სულის უკვდავება“ და ბევრი სხვა. და თუ ამ ავტორებს და მათი მიმდევრების თანამედროვე მეცნიერებას გამოვიკვლევთ, ფრიად სამწუხარო დასკვნასაც მივიღებთ – ყველა მათი ნაწარმოები, მათი შემოქმედება და „კეთილი აზრები“ ნაკარნახევია რელიგიური მოტივებით და გადახლართულია იდეოლოგიურ და თეოლოგიურ შეხედულებებთან. ამ თანამედროვე მეცნიერებისაგან ნასესხები არგუმენტების საფუძველზე შეიძლება საბოლოოდ იმის თქმა, რომ დაწყებული 1927 წლიდან (განუსაზღვრელობის პრინციპის – ჰაიზენბერგის, ბორნის, ბორის და სხვების ინდეტერმინიზმის გაჩენის წელია) რელიგია მისაღები გახდა სალი გონების მქონე მეცნიერული წრეებისათვის“ [140²⁶].

რელიგიური აღმაფრენის ეს უმაღლესი სფერო თითქოსდა წარმოადგენს მთავარ და ძირითად განსხვავებას „რელატივისტებსა“ და „სიურეალისტებს“ შორის, რომლებიც შთაგონებულნი არიან მისტიკური უზენაესი დედაარსით (Sublime essence) [186⁵⁰]. ორივე ეს სფერო შინაარსობრივად ერთნაირია, მაგრამ აქვთ განსხვავებული სახელწოდება – ორივეს საბოლოოდ „ღმერთისკენ“ მივყავართ. სიახლოვე მათ შორის ისაა, რომ ორივეში დაკარგულია რეალური შინაარსი; აზროვნების დანესებული ფორმები კი, რომლებიც ასე თუ ისე ლოგიკურ კავშირშია ბუნებასთან რეალური სინამდვილის შესაბამისად, აქ სრულიად გახრწნილია.

გამომდინარე ასეთი მსოფლმხედველობიდან, როდესაც მსოფლიო წყობას ფუძეში იმიერსამყაროს სფეროდან აღებულ მისტიკურ წინაპირობას უდებენ, სამყარო გამრუდებული უნდა აღმოჩენილიყო და აღმოჩნდა კიდეც – გამრუდებული – ოთხგანზომილებიანი და საიქიოს სულებით გამდიდრებული [80-82⁷], მიუხედავად სწორი მათემატიკური დამუშავებისა. მათემატიკას არ ძალუძს პასუხი აგოს ამომავალ, საწყის დებულებებზე, თუ ისინი მოწყვეტილია ობიექტურ მატერიალურ სინამდვილეს. ამ შემთხვევაში მათემატიკა ფორმალურ ხასიათს ღებულობს და ვღებულობთ კიდეც მისტიკურ წარმოდგენებს, ანუ სუფთა აბსტრაქციას.

ასეთი სწორი მათემატიკური დამუშავების შემდგომაც კი ყველა არაამოჩენებული მკითხველისათვის თუ მაყურებლისათვის პირველივე მზერიდან ნათელი ხდება ამა თუ იმ ქმნილების უაზრობა. თუმცა უნდა ითქვას, რომ თეორეტიკოსები – სუბიექტივისტები ქმნიან „დამტკიცებათა“ მთელ სისტემას, რომლის მიზანია მათი თეორიის პროგრესულობის გამართლება; ისინი ამ დროს მრავალგანზომილებიანი სივრცის ცნებით, უმაღლესი გონით და აგნოსტიკური დასკვნებით სპეკულირებენ და ცდილობენ დაამტკიცონ თავისი სიმართლე.

ესთეტიკური მხრიდან თეორია კობტა და გამართულია, რაც აბსტრაქტული განტოლებების მრავალ მოყვარულს ე. წ. „რელატივისტებს“ დიდ დამაჯერებლობას მატებს. ანალოგიის მიხედ-

ვით მათ საფუძვლიანად შეგვიძლია ვუწოდოთ „აბსტრაქციონისტები მეცნიერებაში“.

ამ განტოლებების შემდგომ ევოლუციებს მიეყვართ სამყაროს ისეთ უბნებთან, რომლებიც ფართოდებიან და იკუმშებიან, პულსირებადი სამყაროს უბნებთან, ანტისამყაროსკენ – ისეთ უბნებთან, სადაც ძირითადი ანტინაწილაკების კონცენტრაციაა ან ისეთთან, სადაც შეიძლება ანტიგრავიტაციასაც ჰქონდეს ადგილი [41⁹].

ამ ოთხგანზომილებიანი ან ხუთგანზომილებიანი სივრცული კოორდინატების სწორი მათემატიკური დამუშავება აბსტრაქტული განტოლებების მეშვეობით იძლევა ისეთ ესთეტიკურ კმაყოფილებას, რომ „იშვიათი თეორეტიკოსი („აბსტრაქციონისტი მეცნიერებაში“ ტ. ა.) თუ ჩაუვლიდა გულგრილად ამ მოხდენილ სქემებს“ [45⁹].

ამ აბსტრაქტული განტოლებების საშუალებით „ეინშტეინმა დაადგინა მატერიისა და მიზიდულობის ერთობლიობა (რა მიზიდულობის? ტ. ა.) და დააკავშირა ერთიც და მეორეც მატერიის განაწილებასა და მოძრაობასთან მსოფლიო სივრცეში. ეს კავშირი შეინიშნება ეინშტეინის მიზიდულობის განტოლებებში, რომლებიც შეიძლება ვაღიაროთ (ამ „აბსტრაქციონისტების“ აზრით ტ. ა.) კაცობრიობის გენიის უდიდეს მიღწევად“ [21⁵⁹].

განა ყოველივე ზემოთქმული არ არის ინტუიტიური გულახდილობის ხორცშესხმა, რომელიც მხოლოდ რელატივისტებს თუ „ესმით“, მით უმეტეს, რომ ეინშტეინის თეორიაში არავითარი მიზიდულობა არ არსებობს, რომელზედაც აქ საუბრობენ; არის ოთხგანზომილებიანი სივრცულ-დროითი კონტინუუმი, რომელიც აიძულებს სხეულებს – „ენერჯის ამ შენადედებს“, როგორც ეინშტეინი უწოდებს მათ, იმოდრონ გეოდეზიური ხაზების გასწვრივ.

ყოველივე ამის შემდეგ გასაგები ხდება სიურეალიზმის ცნობილი მკვლევარის ჟორჟ ლემეტრის აზრი სიურეალიზმის შესახებ. როდესაც ეს მკვლევარი განიხილვდა ახალ მიმართულებებს მხატვრობასა და ლიტერატურაში, იგი იმ დასკვნამდე

მივიდა, და ეს დასკვნები მთლად უსაფუძვლოც არ იყო, რომ სიურეალიზმი იქმნებოდა სხვადასხვა მიმდინარეობის ზეგავლენით. აქ გავლენა მოახდინა როგორც აბსტრაქციონიზმმა, ასევე ა. ეინშტეინის ფარდობითობის პრინციპმა. გავლენა იქონია რემბო ლეტრომონის პოეზიამაც, კუზიმმაც და ბორისა და ჰაიზენბერგის დამატებითი პრინციპის არსებობამაც [186⁵⁰].

სიურეალისტები (მხატვრები, მწერლები: ლ. სელინი, კაფკა, მირო, გრენავი, ჰენრი მური და სხვები), წერდა ლემეტრი, ფიქრობდნენ, რომ უმაღლესი რეალობა ჩვენი გონების მიღმაა. მათ სჯეროდათ უზენაესი მისტიკური მოძღვრებისა (Sublime essence), სადაც სუფთა გონება მათ ვერ დაეხმარება და მოცემულ ლოგიკურ აზროვნებაზე უარი უნდა ვთქვათ, თუ გვინდა, რომ მივწვდეთ ამ უმაღლეს იდეალს [186⁵⁰].

მხატვარმა უნდა განყვიტოს პრაქტიკული და ლოგიკური აზროვნების ბორკილები, გათავისუფლდეს გონების ცენზორისაგან, სრულად გამოიხსნას მასში მთვლემარე ქვეცნობიერი ძალები და დათრგუნული მისტიკური ტენდენციები [196⁵⁰].

განა ყოველივე ამას ვერ ვხედავთ და შევიცნობთ ა. ეინშტეინის ფარდობითობის ზოგად თეორიაში, როცა მისი მიმდევრები – რელატივისტები, მსგავსად სიურეალისტებისა ამტკიცებენ, რომ უარი უნდა ვთქვათ საყოველთაოდ მიღებულ დებულებებზე, რომლებიც „ურყვნი“ გვგონია და ეგრეთ წოდებული „სალი აზრით“ არიან განმტკიცებულნი აქედან გამომდინარე ლოგიკური დასკვნებით? ჩვენ მოგვიწოდებენ დაგვამყოფილდეთ აბსტრაქტული განტოლებებით, რათა შეგვეძლოს ჩვენი გონების საშუალებით ოთხგანზომილებიანი სივრცულ-დროითი კონტინუუმის (რომელიც ხასიათდება თავისებური სიმრუდით და თავისებური სულებით) ფორმალური კონსტრუქციების აგება [82⁷].

ვხედავთ, რომ ადგილ აქვს, მართლაცადა, ლოგიკური აზროვნების სრულ უქონლობას, როდესაც ადგილს ვუთმობთ მისტიკურ ტენდენციას, როდესაც ვცდილობთ ეინშტეინის მსგავსად დავამტკიცოთ, რომ სხეულები რეალურად არარსებული გრავი-

ტაციული ველის რალაც განსაკუთრებულ უბნებს წარმოადგენენ („surrealite“).

როდიდანაა, რომ სხეულები გრავიტაციული ველის წარმოადგენელ კონცენტრაციად ან კიდევ ველზე რალაც ამოზურცულობად უნდა გვესახებოდეს? [219¹⁴], [170¹¹], [24¹²-27¹²].

განა ყოველივე ეს არ ნიშნავს ქვეცნობიერი ძალებისა და მისტიკური ტენდენციების აფორიაქებას? შეიძლება სამყაროს სურათის აღწერა, სხეულის, ან რაიმე ნაწილაკის მოძრაობის აღწერა ბუნების კანონების გათვალისწინების გარეშე? ჩვენ გვთავაზობენ, ნაცვლად ამისა, გამრუდებული სივრცის რალაც აბსტრაქტულ განტოლებებს და მათ საფუძველზე განგვიმარტავენ სხეულთა მოძრაობის გარკვეულ გეზს გეოდეზური ხაზების გასწვრივ? [170¹¹]. გამოდის, რომ გრავიტაციული ველის განტოლებები შეიცავს სხეულის მოძრაობის განტოლებებს [19⁵⁵].

სიურეალისტების მსგავსად ეინშტეინს ხშირად უთქვამს თავისი გრავიტაციული განტოლებების ასახსნელად: „თუ სულ არ შევცოდავთ ჩვენს გონებას, მაშინ ჩვენ ვერაფერსაც ვერ მივიღებთ“ [301¹³]. არსებობს ასეთი გამონათქვამიც: „სივრცე და დრო (ფარდობითობის თეორიაში) ჩვენი ჭკრეტის ფორმებს წარმოადგენს, ეს ინტუიციის ფორმაა“ [20¹⁰], [262¹⁴], ან კიდევ ასეთი გამონათქვამი: „ცნება, რომელიც უშუალოდ და ინტუიტიურადაა დაკავშირებული გრძნობათა განცდების კომპლექსთან, „პირველადი“ ცნებაა.. „ყოველდღიური აზროვნების ელემენტარული ცნებების კავშირი გრძნობათა განცდების კომპლექსთან მხოლოდ ინტუიტიურ დონეზეა გასაგები, მაგრამ მიუწვდომელია და გაუგებარი მეცნიერული ლოგიკური ფიქსაციისათვის“ [316⁵¹].

ამასვე ქადაგებს და ასეთივე სიტყვებსა და ცნებებს იშველიებს ცნობილი იტალიელი ფილოსოფოსი და სიურეალისტი ბენედეტო კრიჩე. მას მიაჩნია, რომ ინტუიცია პირველადია ნივთიერ სამყაროსთან მიმართებაში, რომ ინტუიცია – ეს სულიერი საწყისია [26⁴⁹].

მეცნიერებაში კი ამ პროცესის გადატანა ნიშნავს ახალი სამყაროს აგებას. ეს – ეინშტეინის სამყაროა. ასევეა ხელოვნებაში;

აქ ინტუირების პროცესის დამკვიდრება აბსტრაქციონისტების სამყაროს აგების ტოლფასია, იმ სამყაროსი, რომელსაც წარმოადგენენ რ. დელონი, კანდინსკი, მალევიჩი და სხვები.

ასევე სიურეალისტების პიკაბიას, კლევს, კუბინის სიურეალისტების სამყაროს დაშვებასც ნიშნავს ყოველივე ეს.

ამ განსაკუთრებულ სამყაროს ხელოვნებაში, ისევე როგორც მეცნიერებაში არავითარი საერთო არა აქვს რეალურ ცხოვრებასთან. ეს თეორია ხელოვნებაში სიმბოლოთა აგნოსტიკურ თეორიას წარმოადგენს, მეცნიერებაში კი – აბსტაქტული განტოლებების სახით გვევლინება (იგივე სიმბოლოებია ტ. ა.).

სიურეალისტების აზრით ხელოვნებაში რეალური ცხოვრების არავითარი შემეცნება არ არსებობს. რელატივისტების თანახმად კი მეცნიერებაში ვერ მოიძებნება ისეთი სიდიდე, რომელიც თვით ფიზიკური რეალობის გამოსახვაზე აცხადებდეს პრეტენზიას [10³³]. „ორივე შემთხვევაში ადგილი აქვს საკუთარი ინტუიტიური ფანტაზიის ნებისმიერ ინტერპრეტაციას; ფანტაზიისა, რომელიც მოწყვეტილია რაციონალურ აზროვნებას. შემოქმედება არ შეეწყობა გარე სამყაროს არავითარ კანონებს“.

აი, ასე მსჯელობენ სიურეალისტები და რელატივისტები. ეს ხომ ეინშტეინის შემოქმედების სრული არსის პირდაპირ ასახვას წარმოადგენს!

შემდეგ ეს ბატონები განაგრძობენ: „ჩვენ გონებას არ მოსდით სიტყვები ცნებებისათვის ან ცნებათა შეხამებისათვის. აზროვნების აქტს ჩვენ ვანიჭებთ სრულ დამოუკიდებლობას ენისაგან [13³⁴]. ან კიდევ ავიღოთ მათი ასეთი გამონათქვამი: „თეორია უნდა იგებოდეს გონებაჭვრეტი, შემდეგ კი მეტად თუ ნაკლებად ხელოვნური დამატებითი პოსტულატების მეშვეობით მივუხადებოთ ცდისეულ ფაქტორებს“ [36], [73].

მათი აზრით მთელი რეალური ცხოვრება და მთელი სამყაროც, რომელიც მატერიისაგან და ენერგიისაგან შედგება ეინშტეინის მიხედვით, „არსებობს როგორც ჩვენი გონების კონსტრუქცია, როგორც პირობითი ნიშნების სისტემა, რომელიც ადამიანის გრძნობებით არის შექმნილი“ [52⁸] და მხოლოდ აბსტრაქტული

განტოლებების საშუალებით – ამბობენ რელატივისტები – „თუ შევძლებთ ჩვენს გონების მიღმა არსებული ცნებების გამოსახვას. ეს განტოლებები წარმოადგენენ პირობითი სიმბოლოების სისტემას, რომელიც შექმნილია ადამიანის გრძნობებით. ჰაიზენბერგი ამტკიცებდა, რომ ბუნების არც ერთი მოვლენა არ არის დაკავშირებული გარე სამყაროს რაიმე კანონებთან, რომ ეს მოვლენები ხდება ყოველგვარი მიზეზის გარეშე. ჰაიზენბერგის ასეთი შეხედულება, რომელიც აისახება პირობითი სიმბოლოების სისტემაში და, თითქოსდა, ჩვენი გონების კონსტრუქციას წარმოადგენს, ხომ არ არის სიურეალისტების პირდაპირი ასახვა ჰაიზენბერგის მტკიცებაზე? ყოველივე ამას რელიგიურ ფანტაზიამდე მივყავართ [140⁸⁶]. აბსტრაქციონისტებიც და სიურეალისტებიც არც მთლად უსაფუძვლოდ უკავშირებენ თავიანთ „მიღწევებს“ ელემენტარული ნაწილაკების ტალღური და კორპუსკულარული ბუნების შესახებ ჰაიზენბერგის განუსაზღვრელობის პრინციპს. ისინი წარმატებით სარგებლობენ დეტერმინიზმის უარყოფით, სამყაროს შეუცნებადობის იდეით და ა. შ. ისინი თავიანთ „ოპუსებში“ უარყოფენ ყოველგვარ მატერიალურ საგნობრიობას.

ასე რომ, თანამედროვე ფიზიკა ხასიათდება სრულყოფილი მეთოდებით და მიზნების გაურკვევლობით, აბსტრაქტული განტოლებებით, რომლებიც ასახავს მრავალგანზომილებიან სივრცულ-დროით კონტინუუმის სიმრუდეს. აქ ნახავთ თავნება მოაზროვნის მისტიკური ხასიათის ინტუიტიურ წარმოდგენებს, მორგებულს საკუთარ ცნებებსა და ფანტაზიაზე; შეხვდებით მიზეზობრიობის უარყოფასა და ელემენტარული ნაწილაკების ნების თავისუფლებას; ნივთიერების ორმაგი ბუნების ცნებასა და მატერიის ანიჰილაციას. შეიძლება რაიმე იყოს ხან ნაწილაკი, ხან კი ტალღა? ყოველივე ეს სრულად გვახსენებს იმავე დროში მიმდინარე პროცესებს ფერწერასა და ლიტერატურაში – აბსტრაქციონიზმს, სიურეალიზმს, დეიზმს, კუბიზმს და ა. შ. მეცნიერული აზრის განვითარება ჩვენს ეპოქაში წარმოადგენს გზაგახსნილი მისტიკის სრულ ასახვას არა მხოლოდ საბუნებისმეტყველო მეც-

ნიერებაში, არამედ იგი გზადაგზა აისახება სამხატვრო ხელოვნების, ლიტერატურის, სკულპტურის დარგშიც.

„ბუნება ერთია! მისი განვითარების კანონიც ერთია კაცობრიობის განვითარების გზაზე“ ჩვენ წინაშეა აბსტრაქციონიზმისა და მისი ნაირსახეობის სიურეალიზმის ნახევარსაუკუნოვანი ისტორია როგორც ხელოვნებაში, ასევე მეცნიერებაში; მაგრამ ჩვენ ჯერ კიდევ ვერ ვხედავთ გამონათებას და გაურკვევლობიდან გამოსვლას, თუმცა მეცნიერების ზოგიერთ დარგში არის ჩიხიდან გამოსვლის რალაც ცდები, რაც ფიზიკას ჯერ არ შეეხება.

გენიოსი ყოველთვის რჩება გენიოსად! ასეთი მცდელობები ჰქონდა ეინშტეინს, დე ბროილს და სხვებს [440⁵⁶]. ასეთივე მცდელობები ჰქონდათ იმავე გენიოს-მეცნიერებს, რომლებმაც შემოიტანეს და დაამკვიდრეს მეცნიერებაში ეს „აბსტრაქციონიზმი“.

„ფიზიკოსების აზრით მე ამჟამად მოხუცებული და გამოჩერჩეტებული ვარ, მაგრამ მე დარწმუნებული ვარ იმაში, რომ მომავალში ფიზიკის განვითარება სხვა მიმართულებით წავა, ვიდრე ეს იყო აქამდე“ [246²] – ეს ეინშტეინის სიტყვებია. მან ფიზიკის თანამედროვე მიმართულებას „კამათლის თამაში“ უწოდა [30⁵²], [178²].

ციტატა აინშტაინის გამონათქვამებიდან:

„მთელი სიცოცხლის განმავლობაში ვფიქრობდი ამ პრობლემაზე (ნივთიერების ორმაგ ბუნებაზე) და ბოლოს იმ დასკვნამდე მივედი, რომ ხერხი, რომლის საშუალებითაც გონივრულად იქნებოდა გაგებული ტალღისა და ნაწილაკის ეს ასოციაცია, მთლად ნათელი არ არის“.

ეინშტეინის შემდეგ დაგვრჩნენ დაობლებული „რელატივისტები“ და რელიგიურად განწყობილი „ნიჰილისტები“, რომლებიც სიურეალისტების მსგავსად უარყოფენ ყველაფერს [94⁵⁷]: მატერიასაც, მის მოძრაობასაც, ყოველგვარ მიზეზებსაც. მათი კულტია უმიზეზო შემთხვევითობის პრინციპი, შემთხვევითობის, რომელიც სრულიად დამოუკიდებელია გარე სამყაროზე და ფორმირდება რალაც უმაღლეს სფეროში ჩვენი გონების მიღმა,

ქვეცნობიერში. ისინი დიდი ხანია ტკეპნიან ერთ ადგილს და აცხადებენ, რომ მეცნიერული აზრის გიგანტების შემობრუნება რეალური სამყაროსკენ (მხედველობაშია ეინშტეინი და ზოგიერთი მეცნიერი) „მცდარი მიმართულება“ [20⁵⁹] და წარმოადგენს „ღმერთისადმი მატერიალისტურ მიდგომას“ [205²]. ისინი ამტკიცებენ, რომ თავისი სიცოცხლის „ბოლო ორი-სამი ათწლეულის განმავლობაში ეინშტეინი მცდარ გზაზე იდგა“ [20⁵⁹].

ჩვენი ღრმა რწმენით კი ისინი თვით იმყოფებიან იმ გზაზე, რომელიც უარჰყევს როგორც ეინშტეინმა, ასევე ლუი დე ბროილმა თავიანთ მიმდევრებთან ერთად (პოდოლსკი, როზენი და სხვა) [440⁵⁶].

ამ ტიპის ბატონებს არ გააჩნიათ არავითარი გამობრწყინება არც ფერწერაში, არც ლიტერატურასა და არც მეცნიერებაში. მათ არ შეუქმნიათ ახალი ტილო, ახალი ტიპაჟი და არც ახალი თეორია. ზოგან აქა-იქ იგრძნობა შემობრუნება უფრო რეალური ცნებებისა და რეალური შეხედულებებისაკენ (პოდოლსკი, როზენი და სხვები) [440⁵⁶].

ამ გამოსვლების შედეგებზე საუბარი ჯერ ნაადრევია. რეალობის გასარკვევად სხვა გზაა საჭირო და როგორც ეინშტეინი ამბობდა, „ვიმედოვნებ, რომ ვინმე იპოვის უფრო რეალისტურ გზას, და შესაბამისად, მსგავსი თვალსაზრისის უფრო ხელშესახებ ფუძეს, ვიდრე ეს მოვახერხე მე“. ეს რეალისტური გზა და ხელშესახები ფუძე მდგომარეობს ცდებში და ტრადიციების დაუფლებაში, და რაც მთავარია ცდების სიღრმეთა ჩანვდომაში. დაგროვილი გამოცდილება უნდა წარმოადგენდეს საყრდენს, რათა ჩავერთოთ „სამყაროს ერთიანობის“ კონკრეტული მონაცემების არეში. უნდა გამოვიკვლიოთ ის არეც, რომელიც საგულისხმოა, რაც ერთი მთლიანის დიალექტიკაა.

მეცნიერული შემოქმედების შეხედულებათა გააზრება, ეს რთული დიალექტიკა, მოგვცემს ბუნების სიმდიდრისა და მრავალფეროვნების შემეცნების საშუალებას.

§3. ეინშტეინი, მახიზმი, გარმანული ნაციზმი. დიალექტიკური მატერიალიზმი

იმვითად შეხვდები მეცნიერ-გენიოსს, ისეთს, რომელიც დიდების შარავანდედს თავისი სიცოცხლის შემოქმედებითი აღმავლობის წლებში მიაღწევდა. ეს ხვედრი ალბერტ ეინშტეინს ერგო, ეს კი შემთხვევითი არ არის! „ფარდობითობის თეორიის“ შექმნის (1905 წ.) დასაწყისში იგი 25 წლის იყო და გამუდმებით ამდიდრებდა მეცნიერებას გენიალური ქმნილებებით, რომლებსაც უსადაგებდა თავის დიად იდეას – „ერთიანი ველის თეორიას“.

„ვიდრე არ გვაქვს ერთიანი ველი, ჩემთვის არც ფიზიკა არსებობს“ [25²] – წერდა ეინშტეინი თავის ავტობიოგრაფიაში. შემოქმედებითი აღმავლობის წლებში ეინშტეინი რელიგიური გახლდათ და იუდეური რელიგიური თემის წევრად ირიცხებოდა. „ასეთი გზით, თუმცა იგი სრულებით არარელიგიური მშობლების (ებრაელების) ვაჟიშვილი გახლდათ“, ეინშტეინი ღრმა რელიგიური გახდა, თუმცა 12 წლის ასაკში მდგომარეობა მკვეთრად შეიცვალა [28²].

იმ ეპოქის, რომელშიც ა. ეინშტეინი აღმოჩნდა, ყველა მონაცემის თანახმად ეს შემობრუნება უფრო მოგვიანებით, 1918-1920 წლებში მოხდა.

თავისი შთამომავლური წარმოშობის გამო ეინშტეინისთვის პოლიტიკური და სოციალური სიტუაცია იმჟამინდელ გერმანიაში სულ უფრო მძიმდებოდა.

საპასუხოდ მთელი პროგრესული კაცობრიობა ესალმებოდა და მფარველობდა მას და 1925 წლიდან შესამჩნევი გახდა, შემდეგ კი ნათლად გამოჩნდა მისი იდეური გამიჯვნა, რაც თანდათან სულ უფრო პროგრესირებდა და ეს გაგრძელდა მის სიკვდილამდე. „იდეური გამიჯვნა ძლიერდებოდა და უფრო აშკარა ხდებოდა ეინშტეინის მოგზაურობის შესახებ“ [254¹³]. 1919 წლიდან, როდესაც მას საპატიო მიღება მოუწყვეს როგორც მეცნიერულ, ასევე პოლიტიკურ წრეებში, მიუხედავად მისი სოციალური და, რაც მთავარია, ნაციონალური წარმომავლობისა, მისი

ტრიუმფი ამერიკასა და ინგლისში გახდა ეინშტეინისა და მისი ფარდობითობის თეორიის ირგვლივ საზოგადოებრივი ბრძოლის შემდგომი გამწვავების მიზეზი [254¹³]. ფიზიკოსი ლენარდი და ტერორისტული ნაციონალისტური ორგანიზაციები ფარდობითობის თეორიაში მათთვის საძულველი რაციონალური აზრის ზეიმს ხედავდნენ. მუშები და დემოკრატიული ინტელიგენცია კი მასში ხედავდა იმას, რაც უპირისპირდებოდა რეაქციას“ [254¹³].

ყოველივე ამას კარგად ხედავდა და ინტუიტიურად გრძნობდა ეინშტეინი. ამიტომ იგი თანდათანობით, გულისტკივილით, იძულებული გახდა გადახრილიყო დემოკრატიული ინტელიგენციისა და მოწინავე სტუდენტების მხარეს. „ორი სამყაროს – კომუნიზმისა და კაპიტალიზმის ბრძოლაში იგი ჩვენს მხარეს იყო, და ჩემს პირდაპირ კითხვას არაორაზროვნად პასუხობდა“ (ა. ფ. იოფე) [26²].

შემდგომ პოლიტიკური ცხოვრება გერმანიაში სულ უფრო მძაფრდებოდა და ეინშტეინს მოუწია გერმანიის დატოვება; იგი აშშ-ში გადასახლდა (პრისტონი. უმაღლესი კვლევების ინსტიტუტი). პოლიტიკური მოვლენები სულ უფრო მატულობდა, ერთდროულად მატულობდა რეაქციის ბრძოლა პროგრესთან და მეცნიერებასთან და როდესაც ხანგრძლივი ბრძოლის შემდეგ გამარჯვება მშვიდობის და პროგრესის დემოკრატიაში იზეიმა, ეინშტეინი, მისი თანამოაზრენი და მეგობრები მეცნიერების სფეროდან – ლევი, ჩივიტი, ინფელდი და სხვები – უკვე დიდებისა და დემოკრატიის შარავანდით იყვნენ გარემოცულნი.

ეინშტეინს მრავალი ქვეყანა ეპატიჟებოდა და ყველგანი მისი ჩასვლა სასიხარულო მოვლენად აღიქმებოდა; ყველგან მეორდებოდა აღფრთოვანებული შეხვედრები, მიღებები, ძვირფასი ძღვნები და ყოველივე ეს ხდებოდა რთული თანმხლები წეს-ჩვეულებებით, რაც ხშირად რიტუალის დონემდეც კი აღწევდა – ყოველ მის გამოისვლას რეზიდენციიდა თან ახლდა ზარბაზნის გასროლა! ასეთი საზოგადოებრივ-პოლიტიკური მდგომარეობის მქონე ეინშტეინი თავს უფლებას აძლევდა მიეცა თავისი ადრინდელი გამონათქვამებისთვის მატერიალისტური ხასიათი.

სხვათა შორის, მანამდე, სრულ გამიჯვნამდე, წარმატებით მტკიცდებოდა ოთხგანზომილებიანი სივრცულ-დროითი კონტინუუმი, სივრცის სიმრუდე, ის, რომ სამყარო უსაზღვროა, მაგრამ სასრული; ის, რომ სხეულები ველის განსაკუთრებული მიდამოებია და წარმოადგენენ ამ ველის რაღაც ამოზურცულობებს მის სტრუქტურაში – იმ ადგილებს, სადაც ენერგიის არნახული თავმოყრაა. გამოითქმებოდა აზრი, რომ გრავიტაციულ ველში ნაწილაკებისა და სხეულების მოძრაობა განპირობებულია არა ბუნების გაეკვეული კანონებით, არამედ ის, რომ გრავიტაციული ველი სრულად განაპირობებს, უფრო ზუსტად რომ ვთქვათ, აიძულებს ამ „ენერგიის შენადეებს“ იმოდრონ გრავიტაციული ველის კანონების თანახმად [170¹¹].

ეინშტეინის მიხედვით სივრცე და დრო ჩვენი ჭვრეტის ფორმას წარმოადგენს, იგი ინტუიციის ფორმაა, ისეთივე განუყოფელია ცნობიერებისაგან, როგორც ფერი, ფორმა და ზომა; იგი შეგრძნებათა ერთობლიობაა [220⁸]. ეს სივრცე ჩვენს ცნობიერებაში უსაზღვროა, მაგრამ სასრული და იმყოფება პულსირებად მდგომარეობაში; იკუმშება და ფართოვდება გარკვეულ ზღვრებში [194²⁶], [195²⁶].

და თუ ყოველივე ამაზე საუბარი ეინშტეინის მეცნიერული შემოქმედების აღმავლობის ადრინდელ პერიოდში ხდებოდა, გამიჯვნის შემდეგ ჩვენ სივრცის სულ სხვაგვარ განმარტებას ვისმენთ.

სივრცე განიმარტება მოძრაობით – სხეულთა ყოფნით, ესე იგი სივრცე და დრო – მატერიის განუყოფელი თვისებაა და ეს თვისება დამოუკიდებლად, მატერიისაგან განცალკევებით არ არსებობს.

„ადრე თვლიდნენ, რომ თუ მატერიალური სხეულები გაქრებიან ამ სამყაროდან, სივრცე და დრო – შენარჩუნდება. ფარდობითობის თეორიის თანახმად კი სივრცეც და დროც გაქრებიან სხეულებთან ერთად [253¹³] – თქვა ეინშტეინმა. ვერც ერთი მატერიალისტი ასეთ ზუსტ და ამომწურავ პასუხს ვერ გაგვცემდა.

მატერია ეს უსაზღვრო, მაგრამ სასრული სივრცეა ეინშტეინის მიმდევრებისათვის. მათ ამ სივრცის რადიუსიც კი გამოიან-

გარიშეს უკვე გამიჯვნის შემდეგ წლებში. ამჟამად ეს სივრცე გაფართოვდა და იგი უსასრულოა.

თუ ახალგაზრდობის წლებში ეინშტეინი რეალური სამყაროს გონებაჭვრეტითი კონსტრუქციების აუცილებლობაზე საუბრობს, საუბრობს იმაზე, რომ თეორია გონებაჭვრეტით უნდა აიგოს, შემდეგ კი მეტნაკლებად ხელოვნური დამატებითი პოსტულატების საშუალებით მიესადაგოს ცდისეულ ფაქტებს [36], შემდგომში აღნიშნული გონებაჭვრეტითი კონსტრუქციების ნაცვლად სახელდება ცდები: „ყველაფერი, რაც ჩვენ ვიცით რეალურის შესახებ, გამომდინარეობს ცდიდან და მთავრდება ცდით“ [99¹³]. ცნობილია ასეთი გამონათქვამიც: „გეომეტრია ფიზიკურ მეცნიერებად გადაიქცევა, რადგან მისი აქსიომები შეიცავს მტკიცებებს, რომლებიც ბუნების ობიექტებს მიეკუთვნებიან; მტკიცებებს, რომელთა სამართლიანობა მხოლოდ ცდით შეიძლება დადასტურდეს [99¹³]; „რომ ფიზიკა უნდა წარმოადგენდეს სინამდვილეს სივრცესა და დროში მისტიკური შორსქმედების გარეშე [178⁸]. ეინშტეინს სჯერა „ფიზიკური ყოფის ობიექტური რეალობისა, მიუხედავად დამკვირვებლისა“ – ამბობს მაქს ბორნი [179²].

ფარდობითობის თეორიის გაჩენისას ოთხგანზომილებიანი სივრცის განმარტება ხდებოდა ოთხი კოორდინატით, დროისგან დამოუკიდებლად – (სამყაროს ლერძი) სხვა სიტყვებით „ბუნების კანონები ფარდობითობის ზოგად თეორიაში ინარჩუნებენ თავიანთ ფორმას დამოუკიდებლად X_1 , X_2 , X_3 , X_4 ცვლადების ნებისმიერი შერჩევისას, ამიტომ მათ (ამ ცვლადებს) არ გააჩნია არავითარი დამოუკიდებელი ფიზიკური მნიშვნელობა.

ასე მაგალითად, X_1 , X_2 , X_3 არ აღნიშნავენ, საერთოდ რომ ვთქვათ, სამ წრფივ მონაკვეთს, რომლებიც შეიძლება გაიზომოს მასშტაბში, და X_4 არ არის დრო, რომელიც განისაზღვრება საათით. ამ ოთხ ცვლადს აქვს მხოლოდ ოთხი რიცხვ-პარამეტრის სახე და ყოველთვის როდი შეიძლება მათი საგნობრივი, რეალური განმარტება“. სივრცისა და დროის, აი, ასეთი განსაზღვრება ეინშტეინის და მეცნიერების აზრით „კაცობრიობის გონის, მისი თავისუფალი იდეების“ შედეგია [261¹⁴], და „თუ სულ არ შევცო-

დავთ გონების წინააღმდეგ, ვერაფერსაც ვერ მივიღებთ“ – ხშირად უთქვამს ეინშტეინს [301¹³].

ასე რომ, „სივრცესა და დროის ბუნების პროცესების აღწერისას არავითარი რეალური ფიზიკური ნივთიერებების მნიშვნელობა არ გააჩნიათ“ [72¹⁷], მაგრამ დემოკრატიულ-პროგრესული საზოგადოების ერთი ნაწილის ზენოლის შემდეგ ეინშტეინს და მის მიმდევრებს მოუხდათ ასეთი მახისეული გააზრების შეცვლა. ეს პროგრესული საზოგადოების ის ნაწილი იყო, რომელიც „ფაქიზი მცენარის“ მსგავსად იცავდა ეინშტეინს ნაცისტური ტერორისტული ჯგუფისაგან.

ახალი შეხედულებების მიხედვით ოთხგანზომილებიანი სივრცე უკვე წარმოდგენილ იქნა, როგორც სივრცე სამი კოორდინატით და მათთან მიერთებული მეოთხე კოორდინატით – სადაც მეოთხე რიცხვია – დრო. „ჩვენს ჩვეულებრივ სამგანზომილებიან გარემომცველ სამყაროში ყოველი წერტილის მდგომარეობა განისაზღვრება სამი რიცხვით. თუ მათ მივაკუთვნებთ მეოთხე რიცხვს – დროს, მივიღებთ გეომეტრიულ წარმოდგენას – მატერიალური ნაწილაკის ადგილსამყოფელს ამა თუ იმ წერტილში მოცემულ მომენტში“ [11¹³], [193²⁶].

ეს მსგავსია იმისა, როგორც „კალუზის ხუთგანზომილებიანი სივრცის განტოლებები იშლება იმავე სახის ოთხგანზომილებიან ეინშტეინის განტოლებებად და მაქსველის განტოლებებად“ [44⁹-45⁹], [337¹⁶].

თუ შემოქმედებითი აღმავლობის წლებში ეინშტეინისათვის მეცნიერების ობიექტი გრძნობათა კომპლექსს წარმოადგენდა და თვით მეცნიერება „ადამიანის გონების, მისი თავისუფლად წარმოსახული იდეებისა და ცნებების წარმონაქმნი იყო, რაც მახის შეხედულებების გაზიარებას ნიშნავს, შემდგომში, გამიჯვნის შემდეგ, ყოველივე ეს შეიცვალა მახის ფილოსოფიის მიმართ ანტიპათიით და იმასაც კი ამბობდნენ, რომ „ეინშტეინის შემეცნება ძირშივე ეწინააღმდეგებოდა მახისას“ [379¹³] და ფილოსოფოს ემელ მეერსონის კითხვაზე, თუ როგორია ეინშტეინის შეხედულება მახის ფილოსოფიის მიმართ, პასუხი იყო: „საცოდავი

ფილოსოფოსი“ [256¹³]. ეს სორბონის უნივერსიტეტში მოხდა. აღსანიშნავია, რომ სტატიის მახის გარდაცვალებასთან დაკავშირებით, ეინშტეინი აღიარებს მასზე მახის მნიშვნელოვან გავლენას. ამდენად, თამამად შეიძლება ვთქვათ, რომ ფარდობითობის სპეციალური თეორია – ეს მახის ღვიძლი შვილია [258¹²].

ცნობილია, რომ 20-იან წლებში, როდესაც ეინშტეინი ცხოვრობდა გერმანიაში, იგი დაუფიქრებლად აწერს ხელს ანტისაბჭოთა მონოდეზას. ეს მონოდეზა გერმანელ მეცნიერთა ჯგუფმა შეადგინა [91⁴³]. პრისტონში მოღვაწეობისას კი უკვე გამიჯვნის შემდეგ **„იგი უკვე ჩვენს მხარეს იდგა და ჩემს პირდაპირ კითხვას არაორაზროვანი პასუხი გასცა [26², ზოგიერთი ცნობის მიხედვით კი იგი ფორმალურად კომუნისტურ პარტიაშიც კი შევიდა“ [55¹².**

თუ თავის შემოქმედებითი აღმავლობის პირველ წლებში ეინშტეინი „სამყაროს გაჩენის“, მისი „დალუპვის“ [53⁸ და „კოსმოსური რელიგიურობის“ იდეის მომხრე იყო, და ამ რელიგიურობას მან მეცნიერული კვლევის უძლიერესი და უკეთილშობილესი მამოძრავებელი ძალა უწოდა [228⁸, უკვე შემდგომში კენტერბერიის არქივისკოპოსის კითხვაზე: „რა კავშირშია ფარდობითობის თეორია რელიგიასთან?“ ეინშტეინი ისე, რომ არც კი დაფიქრებულა მყისვე პასუხობს „არავითარ კავშირში“. ამ პასუხმა სავსებით დააკმაყოფილა არქივისკოპოსი [254¹³.

თუ შემოქმედებითი აღმავლობის წლებში ეინშტეინი ამდიდრებდა კვანტურ მექანიკას, იცავდა დისკრეტულობისა და ინდეტერმინიზმის იდეას, რისთვისაც გონებამახვილურ მაგალითებს არჩევდა, გაძლიერებულად იცავდა განუსაზღვრელობის პრინციპს და მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ სინათლე არ არის მხოლოდ ტალღა, არამედ ნაწილაკებიც და ლუი დე ბროილთან ერთად ამ იდეას განავრცობდა ჯერ ელექტრონებზე და შემდეგ მთელ მატერიაზეც, შემდგომში, უკვე გამიჯვნის შემდეგ, მუშაობდა რა პრინციპის უმაღლესი კვლევების ინსტიტუტში, იგი უკვე ამტკიცებდა, რომ კვანტური მექანიკა შეიცავს რიგ წინააღმდეგობებს; რომ კვანტური მექანიკა მას საერთოდ არ მოსწონს,

რომ მასში ვერ შევურიგდებით განუსაზღვრელობის ელემენტს. იგი ვერაფრით ვერ იზიარებდა უწყვეტობისა და მიზეზობრიობის იდეებზე უარის თქმას.

თუმცა ეინშტეინისათვის ძალიან მძიმე იყო იმ იდეათა სიკვდილის მომსწრედ ყოფნა, რომლებიც თვითონ შექმნა ახალგაზრდობის წლებში, ელოლიავებოდა მათ, იცავდა და ამდიდრებდა მათ, მაგრამ ეს ფაქტი, რაც არ უნდა მწარე იყოს იგი, არ უნდა დაიმალოს [12⁶²].

მიუხედავად ყველა ამ ნაკლისა, ეინშტეინის სწავლებამ უდიდესი ინტერესი აღძრა და ყურადღებას იქცევს არა მხოლოდ სპეციალისტ-ფიზიკოსების მხრიდან, არამედ მეცნიერთა და არასპეციალისტთა ფართო წრეებშიც. ეინშტეინმა შეძლო მეოცე საუკუნის მეცნიერული აზრის წარმართვა ახალი კონცეფციით – იდეალური, ლოგიკურ-ფორმალური კონსტრუქციების აგების გზით; გზით, რომელიც ჩვენი გონების ნაყოფია. ეინშტეინმა პარადოქსული და მკვეთრი შემობრუნება მოახდინა სამყაროს ახალი სურათის დასანახად, და ამ სამყაროს აღქმა მხოლოდ გენიოსს თუ შეუძლია. ეინშტეინმა ბევრი რამ შეჰმატა იმას, რაც მანამდე იყო ცნობილი და ვერც კი წარმოედგინათ, რომ სამყაროს ნიუტონისეული წარმოდგენების შემდეგ შესაძლებელი იყო ასეთი „შეშლილი“ სამყაროსაკენ გადასვლა.

ფარდობითობის პრინციპი ეინშტეინამდეც იპყრობდა ყურადღებას და მუშავდებოდა კიდევ. პუანკარე უკვე ფლობდა ამ თეორიის ბევრ დებულებას [15²]. იტალიურ ჟურნალში მას პუბლიკაციაც კი ჰქონდა [33¹⁸]. ამას არც ეინშტეინი არ უარყოფს [184²], მაგრამ პუანკარეს ხელი შეუშალა ფილოსოფიურმა კონვენციალიზმმა [33¹⁸].

„ეინშტეინი მხოლოდ 25 წლისა იყო, მისი მათემატიკური ცოდნა უმნიშვნელო იყო ამ გენიალური ფრანგი მეცნიერის ღრმა ცოდნასთან შედარებით. მაგრამ ეინშტეინი უფრო ადრე მივიდა განზოგადოებასთან, რომლის საშუალებითაც, გამოიყენა და გაამართლა რა თავისი წინამორბედების კერძო მიღწევები, ერთი დარტყმით გადაჭრა ყველა წინააღმდეგობა; მაგრამ ეს დარტყმა

იყო – ტვინისა, რომელსაც ფიზიკური რეალობის ღრმა ინტუიცია ხელმძღვანელობდა [15²] (ლუი დე ბროლი).

ასე რომ, ფიზიკოს-თეორეტიკოსები, შესხდნენ რა გოლიათის მხრებზე, უფრო შორს იცქირებოდნენ და სამყაროც უფრო ფართოდ დაინახეს (ჰენრიხ ჰაინე), ისინი უკვე გაკვალებულ გზას დაადგნენ, მაგრამ არა ჰყავდათ გოლიათი-ტვინი და ფიზიკაც ჩიხში მოაქციეს. „ასეთ ფიზიკას კი ეინშტეინი თავისი სიცოცხლის მოგვიანო წლებში მტკიცედ განუდგა“ [245²]. „ფიზიკოსები თვლიან, რომ მე მოხუცი ჩერჩეტი ვარ, მაგრამ მე დარწმუნებული ვარ, რომ მომავალში ფიზიკის განვითარება სულ სხვა მიმართულებით წარიმართება, ვიდრე ეს აქამდე ხდებოდა“.

„დღეს ეინშტეინის შედავებას კვანტური მექანიკის მიმართ სულაც არ დაუკარგავს თავისი აზრი. დღეს, მე ვფიქრობ, იგი ნაკლებ განმარტოებული იქნებოდა თავის შედავებაში, ვიდრე 1936 წელს“ [246²].

ვიმედოვნებ, რომ ვინმე იპოვის უფრო რეალისტურ გზას, და შესაბამისად, მსგავსი თვალსაზრისის უფრო ხელშესახებ ფუძეს, ვიდრე ეს მოვახერხე მე. კვანტური თეორიის თავდაპირველ დიდ წარმატებებს არ შეეძლოთ ჩემი შემობრუნება „კამათლის თამაშისკენ“.

მაგრამ არც ბორის ფილოსოფიას, არც ჩვეულებრივი კვანტური მექანიკის დიდ წარმატებებს, არც კვანტური ელექტროდინამიკის საშუალებით მიღებულ გასაოცარად ზუსტ რეზულტატებს არ შეეძლოთ ეინშტეინის დარწმუნება ამ თეორიების ჭეშმარიტებაში [177²] და ყოველივე ეს იმის შედეგია, რომ ბოლოს და ბოლოს ეინშტეინის იდეებმა მიგვიყვანა იმ წარმოდგენამდე, რომ ნაწილაკი შეიძლება გარდაიქმნას ტალღად და პირიქითაც; ადგილი აქვს ელემენტარული ნაწილაკების ნების თავისუფლებას, მატერიის ანიგილაციას და განუსაზღვრელობის პრინციპს. ასე რომ, ეინშტეინის იდეალისტურ მახსიეულ გამონათქვამებთან გვერდიგვერდ შეიძლება შევხვდეთ მატერიალისტურ განწყობასაც, რაც არ ყოფილა ხელისშემშლელი მკვეთრი შემობრუნების შედეგად დროდადრო მომხდარიყო გადასვლა „რელატივიზმიდან“ ფილოსოფიურ აგნოსტიციზმამდე.

§4. ეინშტაინის ფარდობითობის სპეციალური და ზოგადი თეორია რელატივისტურამდეღი ფიზიკოსების მოქმედებაში

ეინშტაინის მიერ დამუშავებული ფარდობითობის სპეციალური თეორია გამოქვეყნდა 1905 წელს ჟურნალ „Annalen der Physik“- ში სათაურით „მოძრავი სხეულების ელექტროდინამიკის შესახებ“ და სამი თვის შემდეგ ამავე ჟურნალის შემდეგ ნომერში ქვეყნდება ეინშტაინის მეორე ნაშრომი „დამოკიდებულია თუ არა სხეულის ინერცია მასში არსებული ენერჯის რაოდენობაზე“.

ამ ორმა სტატიამ შეძრა მთელი სამყარო, უმაღლვე მათი დაინტერესდნენ ფიზიკოს-თეორეტიკოსები, განსაკუთრებით კი გერმანელები, რომელთა ხელში მათ ჰპოვეს შემდეგი დასაბუთება.

მეცნიერების ისტორიას არ ახსოვს ისეთი გააფრთხილებული დავა, რომელიც გასცდა მეცნიერების ჩარჩოებს და გადატანდა იქნა პოლიტიკურ და დოგმატურ სფეროებში. აი, ასეთი გახლდათ ის ეპოქა, რომელშიდაც შესძლო წინსვლა ფარდობითობის სპეციალურმა თეორიამ.

რომ არა დემოკრატიისა და პროგრესის ეს ეპოქა და გერმანელი ფიზიკოს-თეორეტიკოსები, რომლებიც იცავდნენ ეინშტაინისა და მის ფარდობითობის თეორიას რასისტული შეტევებისაგან, ალბერტ ეინშტაინის ფარდობითობის თეორია მოკლებული იქნებოდა წინსვლასა და განვითარებას მსგავსად სხვა მრავალი აღმოჩენისა მეცნიერებაში.

ა. ეინშტაინის ნაშრომამდე ბევრად უფრო ადრე ამ დარგში დაიდგა ცდებიც დაამ საკითხს მიეძღვნა მრავალი ნაშრომი, რომლებზეც ჩვენ არ შევჩერდებით. მივუთითებთ მხოლოდ ფ. ბაბიჩის ნაშრომზე, რომელიც გამოქვეყნდა 1839 წელს. ამ ნაშრომში აღწერილია, თუ როგორ გადადიოდა სინათლის კონა ორ ერთნაირ მინის ფირფიტაში სხვადასხვა მიმართულებით: ერთში სინათლის სხივი გადიოდა დედამინის მოძრაობის გასწვრივ, მეორეში კი – სანინალმდეგო მიმართულებით.

იმის შესამოწმებლად, წარიტაცება თუ არა ეთერი, ფიზომ ჩაატარა ცდები. ორ ერთი და იმავე სიგრძის მილში წყალი მიედი-

ნებოდა საპირისპირო მიმართულებით მუდმივი და ძლიერ დიდი სიჩქარით. ინტერფერენციული ზოლების წანაცვლების შედარება, ფიზოს აზრით, შესაძლებელს გახდოდა განესაზღვრათ სინათლის სიჩქარე უძრავ და მოძრავ წყალში. ცდებმა აჩვენა, რომ ინტერფერენციული ზოლების წანაცვლება საერთოდ არ შეინიშნებოდა, როდესაც მიღებში დიდი სიჩქარით მოძრაობდა ჰაერი.

ყველა ნაშრომიდან, რომლებიც ეძღვნებოდა მოძრავი სხეულების ელექტროდინამიკის საკითხებს, რელატივისტურამდელ პერიოდში განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია დეკარტის, ლორენცისა და პუანკარეს შრომები. 1888 წელს გამოქვეყნდა ლორენცის ნაშრომი „დედამინის მოძრაობის გავლენა ოპტიკურ მოვლენებზე“. ამ ნაშრომში განხილულია ელექტრომაგნიტური და ოპტიკური მოვლენები გადატანითი მოძრაობის მქონე სისტემაში (კერძოდ, დედამინაზე არსებულ ყველა სხეულში). ლორენცმა დანვრილებით შეისწავლა მაიკელსონ-მორლის ცდები და თავისი თეორიის საფუძველზე 1892 წელს ფიცჯერადთან ერთად მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ სხეული იკუმშება მისი მოძრაობის მიმართულების გასწვრივ და, მაშასადამე, დედამინის მოძრაობის გასწვრივაც. ეს შეკუმშვა, ლორენცის თანახმად, გამოისახება ასე:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

სადაც v – მოძრავი სხეულის სიჩქარეა, c – სინათლის სიჩქარეა ვაკუუმში.

თუ მივიღებთ ამ მოსაზრებას, ადვილად შევძლებთ მაიკელსონისა და მორლის ცდებში არსებული წინააღმდეგობის ახსნას.

ლორენცს მიაჩნდა, რომ „ეს მხოლოდ ფორმალური გარდაქმნაა, რომელიც ემსახურება განტოლებათა გამარტივებას“. სულ სხვა აზრი მიაკუთვნა ლორენცის გარდაქმნებს ეინშტეინმა (ასეთ ინტერპრეტაციას თვით ლორენციც ეთანხმებოდა) [74²].

პუარემ სახე უცვალა ლორენცის გარდაქმნებს, ისე, რომ რეზულტატები ეთანხმებიან ერთმანეთს. თუმცა პუანკარეს მიერ განხილულ საკითხთა წრე ერთობ მნიშვნელოვანია ფარ-

დობითობის სპეციალური თეორიის აგებისათვის. მაგრამ ლორენცის გამოკვლევებები უფრო სტაბილურია.

„პუანკარეს როლი ფარდობითობის სპეციალური თეორიის დამკვიდრებაში სათანადოდ არაა შეფასებული. პუანკარეს ნვლილის სათანადოდ ვერშეფასების მიზეზი ლუი დე ბროლისა და ო. ა. სტაროსელსკაია-ნიკიტინას აზრით პუანკარეს ფილოსოფიური კონვენციონიზმია. პუანკარეს როლის დავინწყება დ. დ. ივანჩენკოს აზრით გამოწვეულია: 1) სტატიის პუბლიკაციის ფაქტით ფიზიკოსებისათვის პრაქტიკულად უცნობ, მაგრამ მსხვილ იტალიურ მათემატიკურ ჟურნალში; 2) ის, რომ ეინშტეინის ნაშრომი აიტაცა გერმანულ ფიზიკოს-თეორეტიკოსთა მრავალრიცხოვანმა არმიამ; 3) თვით პუანკარეს დაურწმუნებლობამ საკუთარი რეზულტატების მიმართ“ [33]¹⁸.

„ოთხგანზომილებიანი გარდაქმნების ფორმალიზმი, რასაც არ წერს პუანკარე თავის სტატიაში, წინ უსწრებს ეინშტეინისა და თვით მინკოვსკის მათემატიკურ აგებებს. პირველ რიგში იგი უსწრებს პუანკარეს ფიზიკურ აგებებს“ [265]²⁹.

ლეოპოლდ ინფელდს მიაჩნია, რომ ფარდობითობის სპეციალური თეორია დიდი დაყოვნების გარეშე თვით პუანკარეს მიერ იქნებოდა ფორმულირებული, ეს რომ არ გაეკეთებინა ეინშტეინს. ეინშტეინიც ამას არ უარყოფდა.

ლიახ! ეს მართალია! „მაგრამ ფარდობითობის ზოგადი თეორიის მიმართ საქმე სულ სხვაგვარადაა“.

„მე ვეჭვობ, იქნებოდა იგი ცნობილი თუ არა ამჟამად“ [1842 – თქვა ეინშტეინმა. ამით მე მინდა ხაზი გავუსვა იმას, რომ არა მხოლოდ ფარდობითობის თეორიისათვის, არამედ სხვა შეთხვევაშიც, როგორც ჩვენ ვნახავთ შემდგომში, ეპოქას, რომელშიდაც ცხოვრობდა და მოღვაწეობდა მეცნიერი, აქვს გადამწყვეტი მნიშვნელობა ამა თუ იმ სამეცნიერო აღმოჩენისა და გამოგონების წინსვლის საქმეში.

ჯეიმს უატი, რომელმაც 1769 წელს მიიღო პატენტი ორთქლის მანქანის სრულყოფისათვის, გარდაიცვალა სიღარიბეში. იმავე წელს სრულ განცხრომასა და ფუფუნებაში გარდაიცვალა

ვინმე მექანიკოსი, რომელმაც მიიღო პატენტი ქალბატონების თავსაბურავებისათვის განკუთვნილი თმის ჩხირის გამოგონებისათვის. პითაგორა, არისტარქე სამოსელი და სხვები განდევნილ იქნენ სამშობლოდან ჰელიოცენტრული მოძღვრებისათვის. ქრისტიანობამ შემუსრა ბერძენთა და არაბთა მთელი მეცნიერული მემკვიდრეობა. 1209 წელს პარიზის საეკლესიო კრებაზე, 1215 წელს კი ლუთერანულზე ინოკენტი მესამეს დროს არისტოტელეს „ფიზიკა“ და „მათემატიკა“ აიკრძალა ერესის გავრცელების გამო. 1251 წელს კი პარიზის უნივერსიტეტმა ნება დართო არისტოტელეს თხზულების გამოცემას, ასი წლის შემდეგ კი ვერავინ ვერ ღებულობდა აკადემიურ ხარისხს არისტოტელეს თხზულების დამაკმაყოფილებელი ცოდნის გარეშე.

„ესპანეთში 1490 წელს ქალაქ სალამანკაში სტეფანეს მოედანზე ინკვიზიციის განაჩენით დაწვეს სხვადასხვა დასახელების ხუთი ათასი წიგნი. მათ შორის იყო მრავალი საინტერესო ნაშრომი მათემატიკაში, ფიზიკისა და ასტრონომიაში. უამრავი ნაშრომი, რომელიც შეიძლებოდა გამოეყენებინა კაცობრიობას, გაქრა სამუდამოდ მხოლოდ იმიტომ, რომ ისინი ქადაგებდნენ ისეთ შეხედულებებს, რომელიც ეწინააღმდეგებოდა თვითდაჯერებულ სქოლასტურ ღვთისმეტყველთა მრწამსს.

ინგლისელი როჯერ ბეკონი – შუასაუკუნეების ერთ-ერთი ნათელი გონების და თამამი ადამიანი, ჯერ კიდევ მეცაეტე საუკუნეში ამტკიცებდა, რომ **შემეცნების წყაროდ უნდა მივიჩნიოთ არა ავტორიტეტი და დოგმები, არამედ გონება და ცდები. ამ თამამი გამონათქვამის გამო იგი 14 წლით მოათავსეს მიწისქვეშა საკანში.**

პროტესტანტმა კალვინმა 1553 წელს კოცონზე დაწვა ესპანელი ექიმი მიგელ სერვეტი, რომელიც იკვლევდა სისხლის მიმოქცევას [196²⁷. გამონათება მხოლოდ მე-15 საუკუნის ბოლოს დადგა, როდესაც კოპერნიკი გულგრილად მიიღეს და რომის პაპის ხელისუფლებამ სთხოვა მას მიეთითებინა მზისა და მთვარის მოძრაობის აღრიცხვის ზუსტი სისტემა, რათა შესაძლებელი გამხდარიყო საეკლესიო დღესასწაულების თა-

რილების დადგენა მრავალი წლის განმავლობაში, მაგრამ გამონათება დიდხანს არ გაგრძელებულა და 1600 წელს იმავე მოძღვრებისათვის რომში, ყვავილების მოედანზე, ინკვიზიცია კოცონზე დაწვა ჯორდანო ბრუნო, 1633 წელს კი გაასამართლა გალილეო გალილეი.

სასტიკი დევნისა და ტერორის მსგავს პირობებში დიდი ხნის განმავლობაში ჩახშობილ იქნა მთელი მეცნიერების წარმატებული განვითარების შესაძლებლობა, რადგან ცოდნა წინ ვერ წაიწევს, თუკი მეცნიერის შემოქმედებითი აზრი ხელოვნურადაა შეზღუდული იდეათა იმ რიგით, რომლებიც მკვიდრდებოდა მრავალი ხნის განმავლობაში ცრურწმენის, უმეცრებისა და უვიცობის ნიადაგზე.

უურნალ „Naturphilosophie“-ში მე-2 ნაწილის 981-ე გვერდზე ჰეგელი წერდა; „აბსოლუტურად თავისუფალი მოძრაობის კანონები, როგორც ცნობილია, აღმოჩენილია კეპლერის მიერ. ეს აღმოჩენა უკვდავი დიდების ღირსია. შემდგომში კი დამკვიდრდა ზოგადმომხმარებლური ფრაზა იმის შესახებ, რომ ამ კანონების დამტკიცება აღმოაჩინა ნიუტონმა. ძნელია მეტი უსამართლობით მიაწერო დიდება არა იმას, ვინც პირველად აღმოაჩინა, არამედ სხვა პიროვნებას ... და დაარქვა მას ნიუტონთან ერთად „ზოგადი სიმძიმე“ [349].

„ჰეგელი წარმოაჩენდა იმ გარემოებას, რომ საკუთრივ თანამედროვე მექანიკის დამფუძნებელია კეპლერი, რომელიც გარდაიცვალა გერმანიაში სრულ სიღარიბეში და რომ ნიუტონისეული მიზიდულობის კანონი უკვე იკითხებოდა კეპლერის სამივე კანონში, მესამე კანონში კი იგი ნათლადაა გამოთქმული და ფორმულირებული [270].“

გამოჩენილმა ფრანგმა ფიზიკოსმა ლეონ ფუკომ (1819-1882) მოგვცა დედამიწის თავსივე ლედის მიმართ ბრუნვის ექსპერიმენტული დამტკიცება, რისთვისაც ის იყენებდა ქანქარას და ეს ცდები ტარდებოდა პარიზის ობსერვატორიაში 1860 წელს. იგივე ცდა ქანქარის გამოყენებით ლ. ფუკოზე ორასი წლით ადრე, 1661 წელს ჩაატარა იტალიელმა მეცნიერმა ვივიანიმ ფლორენციიდან,

შემდეგ კი ბერტოლინიმ და რიმინიმ 1833 წელს მიიღეს თვისობრივად საკმაოდ დამაკმაყოფილებელი შდეგები [161³⁶]. მაგრამ ფრანგი მეცნიერების გულმოდგინებით ცდაც და დიდებაც წილად ხვდა ფუკოს.

ჰილბრონელი ექიმის იულიუს რობერტ მაიერის (1814-1878) აღმოჩენა სითბოს მექანიკური ეკვივალენტის რიცხობრივი სიდიდის შესახებ (1842 წ.) წარმოადგენდა პირველხარისხოვანი მნიშვნელობის ნამდვილ მოვლენას. თავისი ორიგინალური აზროვნების წყალობით მაიერმა მეცნიერთა აზროვნებაში მოახდინა უდიდესი გადატრიალება. განსაკუთრებით აღსანიშნავია მისი ძირითადი წარმოდგენა ერთი და იგივე მექანიკური ენერჯის გარდაქმნის შესახებ მატერიის მოძრაობის სხვა ფორმებად. ეს უდავო ჭეშმარიტებაა და იგი სამუდამოდ ურყევეია.

მაგრამ ახლოდმყოფი პროფესურის შური და ბოროტება, იმ ადამიანთა გაფუჭებული და არაჯანსაღი ნატურა, ვინც გარს აკრავს ასეთ გამორჩეულ მეცნიერს, ყოველთვის ხელს უშლიდა ახალი აზროვნების განვითარებას, ახალ შეხედულებებს.

ბერლინის უნივერსიტეტის პროფესორი პოგენდორფი თავის კრებულში (ტ. 2, ლაიფციგი, 1863 წ.) წერს მაიერის შესახებ, რომ იგი (მაიერი) გარდაიცვალა სულით ავადმყოფთა სახლში 1858 წელს. შემდეგ კი აუგუსტურგის „საყოველთაო გაზეთში“, რომელიც პროფესურის ორგანოდ ითვლებოდა, შეაქვს შესწორება თავის „ბოროტ ბოდვაში“ და წერს: „კი არ გარდაიცვალა 1858 წელს სულით ავადმყოფთა სახლში, არამედ ჯერ კიდევ ცოცხალია“ (1868 წ.). იგივე გაზეთი აფრთხილებდა მკითხველს დილეტანტის (სინამდვილეში კი მედიცინის დოქტორის მაიერის) „ცრუ აღმოჩენის“ შესახებ.

ასეთი დამოკიდებულება პირველხარისხოვანი აღმოჩენის მიმართ მეცნიერთა იმ წრიდან, რომლებმაც გაავრცელეს ჭორი მაიერის ფიზიკური და სულიერი სიკვდილის შესახებ, გადაიქცა მეცნიერის ნაშრომის სრული მიჩქმალვის, დავინყების ან შერყვნის და დამახინჯების ტაქტიკად, რითაც ნაშრომის მთავარი არსი უფასურდება.

ასეთმა ქმედებებმა ხელი შეუწყო იმას, რომ ინგლისელ მეცნერს ჯეიმს პრესკოტ ჯოულსს ცოტაც და მიანიჭებდნენ გერმანელი წინამორბედის აღმოჩენას, მაგრამ მაიერის მიერ (1851 წ.) დროზე მიღებული ზომების წყალობით ეს არ მოხდა (მაიერმა დროზე დაბეჭდა თავისი ნაშრომი) [397-399³⁴].

ზემოჩამოთვლილი მაგალითებიდან ცხადი ხდება, თუ რა მნიშვნელობა აქვს მეცნიერთა წრეს და ეპოქასაც, რომელშიდაც ცხოვრობს და შემოქმედებითად იღნვის გენიოსი.

დროებით დავივიწყოთ „მოძრავ გარემოთა ელექტროდინამიკა“ და მიმოვიხილოთ ძირითადი ნაშრომები ფარდობითობის სპეციალურ თეორიაში, რომლებიც ეძღვნება ინერტული მასის დამოკიდებულებას მოძრავი სხეულის სიჩქარეზე.

ეს უნდა გვესმოდეს შემდეგნაირად: რაც მეტია სხეულის სიჩქარე, მით მეტია მისი ინერტული მასა და მასის ეს ნამატი გამოისახება ლორენცის ფორმულით:

$$m \approx \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

სადაც v – მოძრავი სხეულის სიჩქარეა, m_0 – უძრავი სხეულის მასა (უძრაობის მასა), m – მოძრავი სხეულის მასა, c – სინათლის სიჩქარე ვაკუუმში. მასის ნამატი $\Delta m - m_0$.

ინერტული მასის ცვლილებას (მის დამოკიდებულებას სიჩქარეზე) ჩვენ ვხვდებით დეკარტის, ეილერის, ლაპლასის შრომებში, ნაშრომში „ციური მექანიკა“ – ლაპლასის; იაკობის შესანიშნავ ლექციებში დინამიკის საკითხებზე; ჰერცის ნაშრომში „მექანიკის პრინციპები“; კირჰოფის „ლექციები მექანიკაში“; მეშერნიკის შრომაში „ცვლადი მასის ნერტილის დინამიკა“.

ამის გარდა შეიძლება დავასახელოთ მრავალი ფიზიკოსი და ასტრონომი, რომლებიც განიხილავდნენ ინერტულ მასას, როგორც ცვლად სიდიდეს: Dufour, ჰილდენი, ტისერანი, Rayleigh, E. Rout და სხვ.

ინერტული მასის ცვლილება სიჩქარისაგან ყველაზე ნათლად და კარგად, თანამედროვე წარმოდგენაზე უკეთესადაც კი,

აღწერილია დეკარტის ნაშრომში. ერთგან იგი წერს: „შეიძლება უტყუარად ვამტკიცოთ, რომ ქვა არ არის ერთნაირად განწყობილი ახალი მოძრაობის მიღებისადმი ან სიჩქარის ზრდისადმი, როდესაც ის მოძრაობს ძალიან სწრაფად და როდესაც ის მოძრაობს ძალიან ნელა“ [243¹²], [116¹⁹].

უფრო გვიან, 1898 წელს პროფესორი ნ. უმოვი დეკარტის ამ მტკიცებას ანიჭებს უფრო დიდ მნიშვნელობას და ამტკიცებს, რომ სხეულთა მასები მნიშვნელოვნად იზრდებიან, როდესაც ისინი მოძრაობენ სინათლის სიჩქარესთან მიახლოებული სიჩქარით [167²¹], [67⁸].

როგორც ვხედავთ, ინერტული მასის ცვლილება ფარდობითობის სპეციალურ თეორიაში განიხილებოდა და ყურადსაღები იყო მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც სხეულის სიჩქარე უახლოვდებოდა სინათლის სიჩქარეს (მისი თანაზომადი იყო), დეკარტი და ზოგი სხვა მეცნიერი კი იხილავდნენ იმ შემთხვევებსაც, როდესაც სხეულები ჩვეულებრივი სიჩქარით მოძრაობდნენ და ასკვნიდნენ, რომ ინერტული მასის ცვლილება ძლიერ არის დამოკიდებული პროცესის ცვლილების სისწრაფეზე.

წყლის ჭავლი, როდესაც იგი გამოიტყორცნება დიდი წნევით, არ შეიძლება გადავჭრათ ხმლით, თოფიდან გამოვარდნილ ტყვიას შეუძლია ოდნავ ღია კარები გამჭოლ გახვრიტოს, მაგრამ მას არ შეუძლია კარების დაკეტვა იმის გამო, რომ მკვეთრად იზრდება წინალობის ძალა, როდესაც ადგილი აქვს პროცესის ცვლილების დიდ სისწრაფეს, რასაც ჩვენ ვუწოდებთ სხეულის ინერტულ მასას.

მივიღებთ რა ასეთ დასკვნას ინერტული მასის შესახებ, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თუ უარს ვიტყვით ინერტული მასის ძველ წარმოდგენაზე, როგორც მატერიის რაოდენობის საზომზე, ძნელი არაა მიხვდე, რომ ჯერ ჯ. ტომსონმა, ბევრად ადრე, ვიდრე ეინშტეინმა, შემდეგ კი თვით ეინშტეინმა შეძლეს გამოეტანათ დასკვნა ინერტული მასის ენერჯიად და პირიქითაც – ენერჯიის ინერტულ მასად გარდაქმნის შესახებ. ეინშტეინი წერს: „მასა წარმოადგენს ენერჯიის შემცველობის ზომას სხეულში; თუ

ენერგია იცვლება $\frac{E}{9 \cdot 10^{20}}$ სიდიდით, მასა იცვლება პირდაპირპროპორციულად. აქ ენერგია იზომება ერგებში, მასა კი – გრამებში“

[178²²], $M = \frac{E}{c^2}$ [186²]. მასის ქვეშ აქ იგულისხმება ინერტული მასა.

ჩვენ აქ შეგვიძლია არ ვახსენოთ ჯოზეფ ტომსონის შრომები, რომლებმაც მოგვცა იგივე ფორმულა, დაეყრდნო რა იმავე დასკვნებს:

$$M = \frac{E}{c^2}.$$

„ეს ფორმულა ეინშტეინზე ბევრად უფრო ადრე გამოიყვანა ჯოზეფ ტომსონმა და იგნორირებულ იქნა ბურჟუაზიული მეცნიერების მიერ“ [110¹²]. ლიტერატურაში ხშირად ვხვდებით ტომსონ-ეინშტეინის ცნობილ კანონს: [571⁶], [585⁶].

აქვე უნდა მოვიხსენიოთ ანალოგიური შრომები – ენერგიის ინერცია, ანუ ენერგიის ნაკადი, შემუშავებული მაქსველის, უმოვისა და სხვების მიერ.

პ. ნ. ლებედევმა პირველმა დაამტკიცა სინათლის ნაკადის ნნევის არსებობა, საიდანაც გამოიყვანა მასის ცნობილი ფორმულა. **ამიტომ ორივე კანონის ცდისეული დადასტურება ვერავითარ შემთხვევაში ვერ გამოდგება რელატივიზმის სასარგებლოდ და კლასიკური ფიზიკის საწინააღმდეგოდ [175¹².**

„ეს თანაფარდობა ინერტულ მასასა და ენერგიას შორის დასტურდება ბირთვული ფიზიკის განვითარების მთელ გზაზე, როდესაც ყველა პროცესის დროს ხდება სანყისი ბირთვული ნაწილაკების შინაგანი კინეტიკური ენერგიის გარდაქმნა ენერგიის სხვა სახეობად და წარმოადგენს ფიზიკის ერთ-ერთ ფუნდამენტურ კანონს“.

და ასეთმა ფუნდამენტურმა კანონმა, რომელიც აღმოაჩინეს ტომსონმა, ლებედევმა და უმოვმა რელატივისტურ ფიზიკამდე, ვერ ჰპოვა შესაბამისი გამოყენება, ვიდრე ეინშტეინმა არ განმარტა ის.

„გენიოსი ის კი არ არის, ვინც ბევრი იცის, არამედ ის, ვინც ბევრ ახალს იძლევა“. ასეთები იყვნენ, სხვებთან ერთად, ნიუტონი და ეინშტეინი.

თუ ზემოთქმულს ყურად ვიღებთ, ჩვენ არ შეგვიძლია სხვების მსგავსად გავხდეთ ცრუმორწმუნენი და მეცნიერების გენიოსთა დიდება განვიხილოთ როგორც რაღაც საბოლოო, ხელშეუხებელი.

„მე პირადად (ვ. ა. ფოკი) ეინშტეინის ასეთ გაღმერთებას არ ვეთანხმები და ვთვლი არასწორად მის ირგვლივ შეუცდომლობის შარავანდის შექმნას“ [16⁵⁹]. „მე (ვ. ა. ფოკი) უთუოდ მიმაჩნია, რომ ეინშტეინის მეცნიერული კრიტიკა სავსებით შეთავსებადია მისი გენიის უღრმეს პატივისცემასთან“ [22⁵⁰].

ფრთხილი ეჭვის გამოვლინება ვერ შეამცირებს მეცნიერული საკითხების ვერც ღირსებას და ვერც ინტერესს მათდამი. დრო. თავი ვანებოთ ამ უაზრო შეძახილების თანამედროვე გენიოსის ა. ეინშტეინის სასიქადულოდ. მიღებული გაუგებრობის თანახმად ნუ ჩავთვლით გაზვიადებულად ეინშტეინის დამსახურებას იმ დარგში, სადაც დამყარებულია თანაფარდობა ინერტულ მასასა და მოძრაობის სიჩქარეს შორის; ინერტულ მასასა და ენერგიას შორის ოთხგანზომილებიანი სივრცისათვის და იმ დარგში, სადაც განიხილება სინათლის სიჩქარის დამოუკიდებლობა. მკითხველის ყურადღება უნდა მიექცეს დეკარტის, ჯ. ტომსონის, ანრი პუანკარეს, უმოვის ეპოქის მეცნიერთა მიუტევებელ დანაშაულს მეცნიერების წინაშე იმაში, რომ მათ ვერ შეძლეს დეკარტის, პუანკარეს, ტომსონის, უმოვისა და ლებედევის სრულყოფილი სწავლების დონემდე ამაღლება და მდუმარე დაცინვით მოკლეს დიდებული ჭეშმარიტი იდეა – სხეულის მასის დამოკიდებულება მის სიჩქარეზე და თანაფარდობა ინერტულ მასასა და ენერგიას შორის.

ამით ამ რეტროგადებმა არა მარტო დაამუხრუჭეს მეცნიერული აზრის განვითარება სამასი წლით მაინც, არამედ მისცეს შესაძლებლობა შემდგომი ეპოქის მეცნიერებს ჩაედინათ უსამართლობა დეკარტის, პუანკარეს, უმოვისა და ლებედევის მიმართ.

მეცნიერებისადმი ასეთი მიდგომის გამო ახალ ეპოქაში გამომუშავდა „ძალდატანება ალიარებისადმი“ ახალი აღმოჩენების მიმართ, სადაც ამ აღმოჩენების შეფასების საზომია

არა მკაცრი დასკვნების აწონ-დაწონვა და პრინციპული წარმატებები, არამედ ცდისეული ფაქტისადმი შეწყობა და თავის სისუსტით გასაოცარი არამოტივირებული დასკვნები, რაც, რატომღაც, აღარ წარმოადგენს კრიტიკული მიდგომის საბაზს.

ამასთან ერთად პოპულარული ავტორიტეტების ურთიერთ-შექება და ხოტბის შესხმა უბნევს თავგზას ახალგაზრდობას და იგი აღარც კი ცდილობს იპოვოს რაიმე შემოქმედებითი საქმიანობა. მეცნიერების ფიგურანტების „ღვანლის“ გაცნობის და წუთიერი რეკლამების ხილვის მიღმა აღარც კი წარმოუდგენია მას, რომ ცოცხალი გონი შეიძლება წარმოიშვას სადმე თავისუფალ შემოქმედ ნატურებში.

როგორც ვხედავთ ზემომოყვანილი მაგალითებიდან, მსხვილი, პრინციპული აღმოჩენების ავტორები, რომლებმაც იქონიეს მნიშვნელოვანი გავლენა მეცნიერული აზრის განვითარებაზე, ვერ განჭვრეტდნენ თავიანთი აღმოჩენის ჭეშმარიტ მნიშვნელობას.

„ასეთი აღმოჩენების მნიშვნელობა სრულიად გამოვლინდება ხოლმე შემდგომში, თანაც ხშირად ამ მნიშვნელობას ხედავს არა აღმოჩენის ავტორი, არამედ სხვა ვინმე!! და ხდება ეს მაშინ, როდესაც ამას ითხოვს ეპოქა.

და თუ ტომსონმა, რომელმაც მოგვცა შესანიშნავი ფორმულა, ანდა ლორენცმა და პუანკარემ, რომლებმაც მოგვცეს ფარდობითობის თეორიის პირველი ფორმულირება, ან დეკარტმა და უმოვმა, რომლებმაც ნათლად და გარკვეულად ასახეს თავის მეცნიერულ ნაშრომებში ინერტული მასის ცვლილების დამოკიდებულება სიჩქარეზე, ვერ შეძლეს თავისი შესანიშნავი აღმოჩენების გამოყენება, ეს მოხდა, რა თქმა უნდა, არა იმიტომ, რომ მათი ტალანტი არ იყო საკმარისად ძლიერი!

დიდი პიროვნებები, როგორი შესანიშნავიც არ უნდა იყოს მათი გენია ყველა დარგში, წყვეტენ ისეთ ამოცანებს, რომლებიც დასახულია მათი ეპოქის საწარმოო ძალებისა და საწარმოო ურთიერთობების ისტორიული განვითარებით. ეს გარემოება სრულიად შეესაბამება ზემომოყვანილ ფაქტებსაც.

ანრი ჰუანკარე 1904 წელს სენტ-ლუისის კონგრესზე ამოდიოდა სწორედ ფარდობითობის თეორიიდან და გამოთქვა მოსაზრება, რომ არ შეიძლება არსებობდეს სიჩქარეები, რომლებიც აღემატება სინათლის სიჩქარეს [32¹⁸]. ეს გამონათქვამი არ იქნა აღქმული ამ კონგრესის მკვლევართა უმრავლესობის მიერ. ამ გამონათქვამის ფილოსოფიური უსაფუძვლობა კი ბევრ ნაშრომში იყო ნაჩვენები.

ეინშტეინმა, რომელმაც დაუშვა, რომ სინათლის სხივი მოძრაობს კოორდინატთა „უძრავ“ სისტემაში გარკვეული „C“ სიჩქარით, დამოუკიდებლად იმისა, გამოსხივდება იგი (ეს სხივი) უძრავი თუ მოძრავი სხეულის მიერ, მაშინვე მიუთითა, რომ ეს შეიძლება გამოვიყენოთ „ერთდროულობის“ თეორიის ასახსნელად. ამის შემდეგ ეინშტეინი გადადის სიგრძისა და დროის ფარდობითობის განხილვაზე. ფიზიკოს-თეორეტიკოსებმა უმაღლვე აღიქვეს ეინშტეინის ეს პოსტულატი. იგი ჩვენ დრომდე არ კარგავს თავის მნიშვნელობას (კანტორისა და სხვათა ცდები).

ჩვენ საკმაოდ განვიხილეთ ფარდობითობის როგორც სპეციალური, ასევე ზოგადი თეორიის ნაშრომები, მაგრამ არაფერი გვიტყვამს მათი ექსპერიმენტული შემონმების შესახებ.

ფარდობითობის სპეციალური თეორიის ზოგიერთი ძირითადი დასკვნები წარმოადგენს მოვლენებს, რომლებიც ეინშტეინამდე დიდი ხნით ადრე იყო ცნობილი (როგორც ჩვენ ადრე აღვნიშნეთ); ინერტული მასის ცვლილება მოძრაობის სიჩქარისაგან; თანაფარდობა ინერტულ მასასა და ენერგიას შორის – ყოველივე ეს არ გამოდგება რელატივიზმის სასარგებლოდ, მაგრამ მათემატიკური და ტექნიკური სიძნელების გამო ვერ შემონმდა პრაქტიკულად რელატივისტურამდელ ეპოქაში.

თეორიული საკითხების დამუშავებამ და ტექნიკური დანადგარების სრულყოფამ მოგვცა საშუალება შეგვემონმებინა ეს დასკვნები და მრავალრიცხოვანმა შემონმებებმა პრაქტიკაზე გვიჩვენეს მათი მიმართულება, როდესაც ხდებოდა ამჩქარებლების კონსტრუქციებისა და უმნიშვნელოვანესი თეორიული და

ტექნიკური საკითხების გათვლები, დაკავშირებული ატომური ენერჯის გამოყენებასთან.

ამ რთული სისტემების გათვლისა და აგების დროს პრაქტიკაზე დამტკიცდა ეინშტეინის და მისი წინამორბედების მოსაზრებები იმის შესახებ, რომ ინერტული მასა დამოკიდებულია სიჩქარეზე და მას შეუძლია ენერჯიად ქცევა; როგორც აღინიშნა ჩვენ მიერ ეს ბუნების ერთ-ერთი ფუნდამენტური კანონია.

რაც შეეხება ფარდობითობის თეორიის სხვა პოსტულატებისა და დასკვნების ექსპერიმენტულ შემოწმებას, როგორცაა: „სინათლის ზღვრული სიჩქარე“, „საკუთრივი სიგრძე“ და „საკუთრივი დრო“, „ორი მოვლენის ერთდროულობა“ და მსგავსი საკითხები, მათთვის, მათემატიკური და ტექნიკური სიძნელეების გამო, ჯერ ვერ იქნა ნაპოვნი თეორიის რეზულტატებისა და ექსპერიმენტების შედარების გზები. ეს ეხება როგორც რელატივისტურ, ასევე რელატივისტურამდელ ეპოქებს.

§5. მაიკალსონის ცდა და ზოგადი შენიშვნები დედამიწის სიჩქარისა და მიმართულების შესახებ მისი ორბიტაზე მოძრაობის დროს. ლორენცისა და ფიცჯერალდის თეორია

კოპერნიკის ჰელიოცენტრული სისტემის მიღებისას, საჭიროა შეიქმნა „experimentum crucis“-ის დადგმა – გადამწყვეტი ცდების ჩატარება, რომლებიც დაამტკიცებენ დედამიწის დღელამურ ბრუნვას მზის ირგვლივ. დღელამური ბრუნვისათვის არსებობს ფუკოს გადამწყვეტი ცდა ქანქარის გამოყენებით, რომელიც ჩატარდა 1861 წელს პანთონში და ჰაგენის ცდა (1910, 1919 წწ.) მოძრავი სფეროების გამოყენებით, რაც იძლეოდა დედამიწის ბრუნვის რაოდენობრივი დაკვირვების საშუალებას. ამჟამად დედამიწის, თავისივე ღერძის მიმართ, დღელამური ბრუნვის დასამტკიცებლად ლაბორატორიული პროცესებიც სავსებით საკმარისია. დედამიწის მზის ირგვლივ წლიური მოძრაობის დასამტკიცებლად კი ასეთი „experimentum crucis“ ცდები არ არსებობს!

აბერაციის მოვლენა კარგად აიხსნება დედამინის წლიური მოძრაობით, მაგრამ ეს შეიძლება ავხსნათ სხვა გზითაც უძრავი დედამინისათვის. ვარსკვლავების პრაქტიკული წანაცვლება ამის კარგი და სწორი დამტკიცებაა, მაგრამ მათი დაკვირვება საკმაოდ ძნელია და აქედან მიღებული ვარსკვლავების პარალაქტიკური ელიფსი იმ შემთხვევაში, როდესაც ეს ვარსკვლავები ათეული და ასეული სინათლის წელიწადითაა დაშორებული დედამინას, თითქოს არ შეიმჩნევა.

საჭირო შეიქმნა უფრო ცხადი და გადამწყვეტი მტკიცებულების მიგნება. ასეთ მტკიცებულებად გამოდგა მაიკელსონის ცდა. მან შექმნა ინტერფერომეტრი და ცდილობდა დედამინის წინ და უკან მისი ორბიტაზე მოძრაობისას განესაზღვრა მისი სიჩქარე. ამით მას სურდა „ეთერის ქარის“ არსებობის დამტკიცება, რის შემდეგ შესაძლებელი გახდებოდა დედამინის მზის ირგვლივ მოძრაობის სიჩქარისა და მიმართულების დადგენა.

მაიკელსონის მრავალი ცდის (1881, 1887, 1904, 1909 წწ.) შედეგებმა მოსალოდნელი მოვლენა არ დაადასტურა. „ცდებს რომ დადებითი შედეგები გამოეღოთ, შესაძლებელი გახდებოდა დედამინის სიჩქარის დადგენა არა მხოლოდ მისი ორბიტაზე მოძრაობის დროს, არამედ ეთერის მიმართაც“.

„დიდი მიახლოებით ვარაუდობენ, რომ მზე, ისევე როგორც სხვა პლანეტები მოძრაობს სივრცეში რაღაც განსაზღვრული მიმართულებით და მისი სიჩქარეა 20 მილი წამში. ეს სიჩქარე განისაზღვრა, მაგრამ იგი არც თუ ისე ზუსტია და არსებობდა იმედი, რომ მაიკელსონის ცდის შედეგად შესაძლებელი გახდებოდა მისი სიჩქარის დადგენა მზის სისტემის მთელი სივრცის გავლისას. რადგან ცდამ მოგვცა უარყოფითი შედეგი, ეს პრობლემა ჯერ კიდევ ელის გადაჭრას“ [183³⁹]. თვითონ მაიკელსონი ამბობს: „ინტერფერომეტრი მოფიქრებულია სწორედ ამ ამოცანის ამოსახსნელად“ [183³⁹]. როგორც ცნობილია, მაიკელსონის ინტერფერომეტრში მოთავსებულია ორი სარკე ორ, ურთიერთპერპენდიკულარულ სიბრტყეში. ასეთი სარკე მოთავსებულია ნალოებზე, რაც განაპირობებს სარკის მიკრომეტრულ გადაად-

გილებას მხარის სიდიდის შესაცვლელად. სინათლის წყაროდან გამომავალი სხივი ეცემა ოდნავ მოვერცხლილ ფირფიტას, აქვე იყოფა ორ ნაწილად, რომლებიც ურთიერთმართობულია. ეს ხდება წყაროდან გამომავალი სხივის არეკვლისა და გარდატეხის საშუალებით. შემდეგ ეს სხივები ეცემა შესაბამის სარკეებს და არეკვლის შემდეგ მიემართებიან საჭვრეტ მილში, რომელშიდაც ხდება დაკვირვება ინტერფერენციულ სურათზე.

მაიკელსონმა, სურდა რა დაემტკიცებინა დედამიწის ბრუნვა მზის ირგვლივ და გამოერკვია ამ მოძრაობის მიმართულება, ისარგებლა თავისი ინტერფერომეტრით. მას სურდა ეთერის უძრაობის ჩვენება, სურდა ეჩვენებინა, რომ დედამიწის მოძრაობის დროს არსებობს „ეთერის ქარი“; შემდეგ კი სუფთა მათემატიკური გათვლების საშუალებით დაემტკიცებინა ზემოთქმული დასკვნა დედამიწის ორბიტალური მოძრაობის შესახებ. მას სურდა ორი სხივის ოპტიკური სვლათა სხვაობის განსაზღვრა; მისმა მათემატიკურმა გამოთვლებმა აჩვენა, რომ თუ ერთ-ერთი გარკვეულ დროში ამ სხივებიდან მიმართულია დედამიწის მოძრაობის გასწვრივ, მეორე კი – ამ მოძრაობის მართობულად. და თუ მივიღებთ, რომ სინათლის სიჩქარე მუდმივი სიდიდეა, სხივთა ოპტიკური სვლათა სხვაობისათვის დროში უნდა მივიღოთ ისეთი სიდიდე, რომ ინტერფერომეტრის 90⁰-ით შემობრუნებისას დაფიქსირდეს ინტერფერენციული ზოლების წანაცვლება. მაგრამ ეს თეორიული გამოთვლები არ დამტკიცდა ცდისეულად. მრავალი ასეთი ცდა უარყოფით შედეგებს იძლეოდა – ინტერფერენციული ზოლების მოსალოდნელ წანაცვლებას ადგილი არ ჰქონია!

ისმის კითხვა: რა დასკვნა უნდა გამოვიტანოთ ყოველივე ზემოთქმულიდან?

მაიკელსონის ცდის უარყოფითი შედეგი ნიშნავს იმას, რომ ან არ უნდა ჩავთვალოთ სინათლის სიჩქარე მუდმივ სიდიდედ და მივიღოთ რიტცის ჰიპოთეზა, რომ სინათლის სიჩქარე დემოკიდებულია სინათლის წყაროს სიჩქარისაგან, რაც არ დასტურდება მრავალი დაკვირვების შედეგად, ანდა მივიღოთ ფიცხერალდ–

ლორენცის ჰიპოთეზა, რომლის თანახმად ხდება ყოველი მოძრავი სხეულის სიგრძის დამოკლება $\sqrt{1-\beta^2}$ სიდიდით, სადაც $\beta^2 = \frac{v^2}{c^2}$.

ეს შეკუმშვა წარმოადგენს არა რაიმე ძალების ზემოქმედების შედეგს, არამედ, უბრალოდ, ისეთი ფაქტია, რომელიც თან ახლავს მოძრაობას. ამდენად, ამ მტკიცებას არა აქვს არც ფიზიკური, არც ფილოსოფიური დასაბუთება.

თუ მაიკელსონის ცდის უარყოფითი შედეგების დასასაბუთებლად მივიღებთ რიტცის ჰიპოთეზას, რომელიც უშვებს, რომ სინათლის სიჩქარე „C“ დამოკიდებულია მოძრავი წყაროს სიჩქარეზე, ე.ი. უშვებს სინათლის სიჩქარისა და წყაროს სიჩქარის გეომეტრიული შეკრების მართებულობას, მაშინ, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, არავითარ ინტერფერენციულ ზოლებსა და ნანაცვლებას არ უნდა ველოდოთ. მართლაც, ასეთ სურათს არც ვღებულობთ.

რიტცმა წამოაყენა თავისი ჰიპოთეზა 1908 წელს და, როგორც ვიცით, ამ ჰიპოთეზით უბრალოდ და ადვილად აიხსნება მაიკელსონის ცდის უარყოფითი შედეგი. საწინააღმდეგო აზრი უსაფუძვლოა.

ყველა ჩატარებული ექსპერიმენტი ადასტურებს რიტცის ჰიპოთეზას, მაგრამ არც ეწინააღმდეგება სინათლის სიჩქარის დამოუკიდებლობის ფაქტს სინათლის წყაროს სიჩქარისგან.

პირველი და მთავარი საწინააღმდეგო აზრი – თითქმის იგივეა, რომ უარვყოთ ელექტრომაგნიტური მოვლენების ისეთი თვისება, როგორიცაა ახლოქმედება. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ: მოქმედების გავრცელება ერთი წერტილიდან მეორემდე განისაზღვრება უშუალო სიახლოვით ამ წერტილთან და არა – შორს მდგომი წყაროს სიჩქარით.

სინათლის არც ტალღური თეორიით მისი სრული მოცულობით, არც სინათლის კორპუსკულარული თეორიით, რაზედაც მიუთითებდა შემდგომში რიტცი, ვერ უარვყოფთ სინათლის სხივის დამოკიდებულებას დედამიწასთან ხისტად დაკავშირებულ სინათლის წყაროს სიჩქარეზე. მაგრამ ეს პრინციპი ვერ პოუ-

ლობს ექსპერიმენტულ დადასტურებას, რადგან არ გაუზომავთ სინათლის სიჩქარე უშუალოდ მოძრავი სინათლის წყაროდან.

არც დე სიტერის (1913 წ.) (W. de Sitter “Phis.Zeitschrift“ 14, 429, 1913) სპექტროსკოპული დაკვირვებები ფიზიკურად შეკავშირებულ ორმაგ ვარსკვლავებზე, რომელთა კომპონენტებს მოძრაობის სიჩქარის სხვადასხვა მნიშვნელობა აქვთ;

არც ანალოგიური პირდაპირი გაზომვები მზის დისკოს ორი საწინააღმდეგო წერტილიდან (ეს ექსპერიმენტები ჩატარდა 1956 წელს ბონჩ-ბრუევიჩისა და მოლჩანკოვის მიერ) არ გამოდგება რიტცის ჰიპოთეზის უარყოფისათვის. ამის მიზეზია ის, რომ ვერ გამოვიყენებთ ინტერფერენციულ მეთოდს, როდესაც ერთი და იმავე წყაროს სხვადასხვა წერტილებიდან მომავალი სინათლის სხივები არაკოჰერენტულია და მეორეც — დასაკვირვებელი სიდიდის სიმციროს გამო.

ამ შემთხვევებშიც სინათლის სიჩქარე არ იზომება უშუალოდ მოძრავი სინათლის წყაროდან.

ჩატარდა ცდები, რომლებიც არ იყო დაკავშირებული სინათლის ინტერფერენციასთან, მაგრამ ყველა ისინი არ ეწინააღმდეგება პრინციპს, რომლის თანახმად სინათლის სიჩქარე დამოუკიდებელია სინათლის წყაროს სიჩქარისაგან.

ზოგადად, არ არსებობს ცდები, რომლებიც ამტკიცებს, რომ სინათლის სიჩქარე არ არის დამოკიდებული მოძრავი წყაროს სიჩქარეზე. მაგრამ არ არსებობს ისეთი ცდებიც, რომლებიც ამტკიცებს, რომ სინათლის სიჩქარე დამოკიდებულია წყაროს სიჩქარეზე. სინათლის სიჩქარის მუდმივობის იდეა ცნობილი იყო ლორენცამდე, ფიცჟერალდამდე და ეინშტეინამდე ბევრად უფრო ადრე.

იყვნენ მეცნიერები, რომლებსაც მიაჩნდათ, რომ ოპტიკა და ელექტრომაგნეტიზმი მიეკუთვნება მექანიკას და, მაშასადამე, ფიზიკის ეს დარგები ემორჩილება მექანიკის ძირითად კანონს – გალილეის, ნიუტონისა და დეკარტის ფარდობითობის პრინციპს, რაც იმას ნიშნავს, რომ სინათლის სიჩქარე იკრიბება სიჩქარეთა შეკრების ჩვეულებრივი წესით. ამასთან ერთად, ბევრი მეცნიერი

ამტკიცებდა, რომ ოპტიკა და ელექტრომაგნეტიზმი ეს „snigere-nis“ განსაკუთრებული სახის დარგებია და არ მიაჩნდათ მართებულად ამ დარგებში დეკარტის ფარდობითობის პრინციპის მართლზომიერება, რაც იმას ნიშნავს, რომ სინათლის სიჩქარე არ იკრიბება სინათლის წყაროს სიჩქარესთან.

ჯერ კიდევ 1887 წელს ფოხტმა, რომელიც იკვლევდა ეთერის დრეკადობის თეორიას, დაადგინა მოძრავი სისტემების, ანუ, როგორც მათ ამჟამად უწოდებენ, ლორენცის „გარდაქმნის ფორმულები“ – ანალოგიური რეზულტატები ლორენცთან თითქმის ერთდროულად მიიღო ინგლისელმა ფიზიკოსმა ლარმორმა 1910 წელს. 1904 წელს კი ანრი პუანკარემ სენტ-ლუისის კონგრესზე, ეფუძნებოდა რა ფარდობითობის პრინციპს, გამოთქვა აზრი, რომ არ შეიძლება არსებობდეს სიჩქარეები, რომლების მნიშვნელობებიც აღემატება სინათლის სიჩქარეს [171⁴⁸], [32¹⁸].

თუ მივიღებთ მხედველობაში ინტერფერენციული მოვლენების მიღების პირობებს, მაშინ მაიკელსონის ცდაში ინტერფერომეტრის 90⁰-ით შემობრუნებისას არ უნდა ველოდოთ ინტერფერენციული ზოლების ნანაცვლებას იმ პირობებშიც კი, როდესაც სინათლის სიჩქარე და სინათლის წყაროს სიჩქარეები არ იკრიბება.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მაიკელსონის ცდაში სინათლის სხივი იშლება ოდნავ მოვერცხილილი სარკით ორ ურთიერთმართობულ სხივად, რომლებიც მრავალჯერადი არეკვლის შედაგად ურთიერთმართობული სიბრტყეებისგან, მრავალჯერადი გარდატეხისა და ატმოსფეროს სიღრმეებში მრავალჯერადი გავლისას არაერთხელ პოლარიზდება. პოლარიზებული სხივები კი არ ინტერფერირებენ. ორად გაყოფილი სხივები, რომლებიც გაივლიან ინტერფერომეტრში და კოლიმატორში სულ სხვა თვისებებისაა, ვიდრე საწყისი, გაუყოფელი სხივი. ამიტომაც არც შეიძლება ველოდოთ ინტერფერენციის მოვლენას და ზოლთა ნანაცვლებას, როდესაც ხდება 90⁰-ით ინტერფერომეტრის შემობრუნება.

საერთოდ, ჯერჯერობით არ გვაქვს საფუძველი, უარი ვთქვათ ევკლიდეს გეომეტრიაზე და მივიღოთ სინათლის სიჩქარე,

როგორც სიჩქარის ზღვარი აქედან გამომდინარე შედეგებითურთ. ამისათვის არ არსებობს არც პირდაპირი ლოგიკური დასკვნები, არც ცდების საშუალებით მიღებული მონაცემები. ამდენად, ეინშტეინის პოსტულატი სინათლის სხივის ზღვრული სიჩქარის შესახებ იმავე მდგომარეობაშია, რომელშიც იყო იგი ეინშტეინამდე. ამას ვერც ეინშტეინის მიმდევრების მცდელობებმა მოჰფინა ნათელი.

კუნდტის (1888 წ.), ვოიგდტას (1884 წ.), დრუდეს (1880 წ.) განთქმულ ცდებში სინათლის სხივების გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრისას აღმოაჩინეს, რომ ისინი ვერცხლში, ოქროში და სპილენძში ვრცელდება უფრო სწრაფად, ვიდრე სიცარიელეში (ანომალური დისპერსიის შემთხვევა).

დრუდემ გვიჩვენა, რომ სხივი D ვრცელდება ნატრიუმში 220-ჯერ უფრო სწრაფად, ვიდრე – სიცარიელეში (იხ. Д. Хвольсон, Курс физики, т. II, стр. 307-309, изд. 1904 г. СПб).

როგორც ვხედავთ, ჯგუფური სიჩქარე ანომალური დისპერსიის დროს მეტია, ვიდრე სინათლის სიჩქარე ვაკუუმში.

გამოთქმული უსაფუძვლო უარყოფა იმისა, რომ ფაზური სიჩქარე საერთოდ, კერძოდ კი რენტგენული გამოსხივების სიჩქარე არ გამოდგება ენერგიის გადასაცემად და რომ ფოტონი ფაზური სიჩქარის დროს მოძრაობს ნაკლები სიჩქარით, ვიდრე ტალღის ფრონტი, სრულიად დაუსაბუთებელია [16⁴⁶].

ეს უსაფუძვლო მტკიცება არ შეიძლება მივიღოთ იმიტომ, რომ იგი განაცალკევებს მატერიას მოძრაობისაგან და განიხილავს ენერგიას, როგორც დამოუკიდებელ სიდიდეს, მატერიისგან განყენებულად.

დროული ნათქვამი იქნება, თუ ვიტყვი, რომ სინათლის სიჩქარის განსაზღვრის ყველა მეთოდის გამოყენებისას იმ გარემოში, სადაც ადგილი აქვს დისპერსიას, ვზომავთ ჯგუფურ და არა ფაზურ სიჩქარეს.

თუ გავითვალისწინებთ ყოველივე ამას, უნდა გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ეინშტეინის პოსტულატს სინათლის სხივის ზღვრული სიჩქარის შესახებ არა აქვს არავითარი საფუძველი.

სიჩქარეთა შეკრების კანონის გამოყენებაზე უარის თქმა დიდი სიჩქარეების შემთხვევაში აუცილებელია დაუუკავშიროთ ინერტული მასის ცვლილების კანონს. როდესაც სხეულის სიჩქარე თანაზომადია სინათლის სიჩქარისა (იმავე რიგისა) ან თუ პროცესი სწრაფად მიმდინარეობს და სხეულის (და ყოველი მისი ნაწილაკის) ინერტულობა მკვეთრად მატულობს. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, სხეულის ენერგოამთვისებლობა ეცემა ნულამდე, და ამიტომ სიჩქარის ზრდა შეიძლება არც კი მოხდეს.

ჩვენ ერთხელ უკვე მოვიყვანეთ დეკარტის გამონათქვამი, რომ „ქვა არ არის ერთნაირად განწყობილი ახალი მოძრაობის მიღებისადმი ან სიჩქარის ზრდისადმი, როდესაც ის მოძრაობს ძალიან სწრაფად და როდესაც ის მოძრაობს ძალიან ნელა“.

„სხეულზე მოქმედი გარე ძალები, იმ შემთხვევაში, როდესაც ამ ძალების სიხშირე გაცილებით მეტია სხეულის საკუთარი რხევების სიხშირეზე, თითქმის არ ცვლის ამ სხეულის საკუთარი რხევების რეჟიმს“ (იხ. Н.Н. Бухгольц. Курс теорической механики, часть I, стр. 262, изг. 1938 г. [26238]).

გამომდინარე ასეთი მოსაზრებიდან (დებულებიდან), სრულიად შესაძლებელია, რომ სინათლის სიჩქარეს არ ემატებოდეს მისი მოძრავი წყაროს სიჩქარე. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, სინათლის ტალღა ან სინათლის ნაწილაკი – კორპუსკულა (ფოტონი) იმ მომენტში, როდესაც ის ამოიტყორცნება სინათლის მოძრავი წყაროდან და აქვს 3.1010 სმ/წმ სიჩქარე, იმის გამო, რომ მისი ენერგოამთვისებლობა ძალიან მწირია, ვერ შეძლებს, მოძრავი სინათლის წყაროსგან მისდამი მიყვანილი ენერგიის შეთვისებას და თავისი სიჩქარის გაზრდას.

ამდენად, ფარდობითობის სპეციალური თეორიის მტკიცება, რომ სინათლის სიჩქარე არ იკრიბება მისი წყაროს სიჩქარესთან, სრულიად დასაშვებია, მაგრამ იმის მტკიცება, რომ სინათლის სიჩქარე წარმოადგენს სიჩქარეთა ზღვარს, არა აქვს არც ფილოსოფიური, არც ფიზიკური დასაბუთება და ეს სრულად არ გამომდინარეობს მაიკელსონის ცდიდან, მაშასადამე, არ არსებობს ახალი პოსტულატების შემოღების არავი-

თარი საჭიროება, ახალი ჰიპოთეზების გამოთქმა იმისათვის, რომ აიხსნას მაიკელსონის ცდის უარყოფითი რეზულტატი.

§6. ფარდობითობის ზოგადი თეორიის ექსპერიმენტული შემოწმება

ფარდობითობის თეორიის ექსპერიმენტული შემოწმება შესაძლებელია სამ შემთხვევაში, როდესაც ადგილი აქვს:

სპექტრალური ხაზების წითელ ნანაცვლებას; სიმძიმის ველში სინათლის სხივის გადახრასა და მერკურის აფსიდთა ღერძის რელატივისტურ ნანაცვლებას.

რაც შეეხება სინათლის სხივის გადახრას, როდესაც მასზე მოქმედებს სიმძიმის ძალა, აღსანიშნავია სოუნდერსის ცდები ტყვიისა და ურანის ქანქარებზე, ჩატარებული 1900 წელს ტომსონის ლაბორატორიაში.

ლიხოდსკიმ გვიჩვენა, რომ ამ ცდების შედეგები ანალოგიურია ეინშტეინის მიერ გამოთქმული ვარაუდისა. „ამ გამოთვლებისას სულაც არაა საჭირო იმის დაშვება, რომ მზის სიახლოვეს გეომეტრია იქნება არაევკლიდური“ [112¹²]; რაც აუცილებელია ეინშტეინის ცდებისათვის.

„სინათლის წონადობის თეორიული დამტკიცება პირველად მოგვცა სოლდნერმა 1801 წელს, როცა იგი ეფუძნებოდა სინათლის კორპუსკულარულ თეორიას. სოლდნერის ფორმულა თავიდან გამოიყვანა ეინშტეინმა თავის ფარდობითობს ზოგად თეორიაში (იხ. ჰეგელი, “Философия Природы“, т. 1, изд. 1934 г. стр. 585).

დაბეჯითებით შეიძლება ვამტკიცოთ, რომ მზის ზედაპირის სიახლოვეს გამავალი სხივების გადახრა ხდება ისევე, როგორც ჩვენ ამას ვაკვირდებით დედამიწაზე – რეფრაქციის შედეგად. მზის ირგვლივ ხომ არსებობს სხვადასხვა, ასე ვთქვათ, ველები, რომლებსაც შეუძლიათ სინათლის იმ სხივების გამრუდება, რომლებიც გადიან მზის ირგვლივ არსებულ სივრცეში.

ფარდობითობის ზოგადი თეორიის დასამტკიცებლად არც ნითელი ნანაცვლების მოვლენა გამოდგება, რადგან მზეზეც და ვარსკვლავებზეც არსებულ მაღალ ენერგეტიკულ დონეებს შეუძლია სპექტრალური ხაზების ნანაცვლება, რადგან რხევითი სისტემის სიხშირე მაღალია.

ასე რომ, სულ არაა აუცილებელი, უარი ვთქვათ ევკლიდეს გეომეტრიაზე იმისათვის, რომ აიხსნას სპექტრალური ზოლების სპექტრის ნითელი მხარისაკენ ნანაცვლების მოვლენა და ისიც, რომ სიმძიმის ველში ადგილი აქვს სინათლის სხივის გადახრას.

საერთოდ ეს დაკვირვებები არ ამტკიცებს, მაგრამ არც უარყოფს ეინშტეინის თეორიას.

რაც შეეხება მერკურის ორბიტის აფსიდების ბრუნვის ექსპერიმენტულ შემონმებას, უნდა აღინიშნოს, რომ „ეინშტეინის მოძრაობის განტოლებები პლანეტებისათვის ღებულობს იმავე სახეს, როგორსაც სფერული ქანქარის მოძრაობის კლასიკური განტოლებები; ამიტომ პლანეტების ტრაექტორიას ისეთივე სახე აქვს, როგორიც სფერული ქანქარის დაბოლოების ტრაექტორიას“ [269²³]. რადგან მცირე ნახევარღერძის „b“-ს გასწვრივ რხევათა პერიოდი ხდება უფრო ნაკლები, ვიდრე „a“ ნახევარღერძის პერიოდი, აფსიდთა წრფეები უნდა ბრუნავდეს [182²⁵]. **მაშასადამე, ეინშტეინის განტოლებები პლანეტების მოძრაობისათვის და ნიუტონის დიფერენციალური განტოლებები იმავე პლანეტებისათვის ღებულობს ერთსა და იმავე სახეს; ეს რხევითი მოძრაობის განტოლებებია, და ამ მოძრაობათა ენერგია არ იცვლება რხევების განმავლობაში“ [8161].**

აქედან ნათელია, რომ პლანეტების მოძრაობა ემორჩილება რხევათა მოძრაობის კანონზომიერებებს, რასაც ჩვენ ვაკვირდებით სინამდვილეში.

მერკურის აბსიდთა წრფეების ბრუნვა ცნობილი იყო მერვე საუკუნის არაბი მათემატიკოსებისა და ასტრონომებისათვის თაბით ბენ კორასათვის, ალ ბათანისა და სხვებისათვის [115-116³²], [78-104³³].

დაკვირვებები აფსიდთა წრფეების ბრუნვაზე წარმოებდა ადრე რელატივისტური ეპოქის დადგომამდე. ასე, მაგალიად, არსებობს ძალიან კოხტა ცდა, რომელიც ჩატარდა სამხედრო-საზღვაო აკადემიის ლაბორატორიაში [367²⁴].

ეინშტეინის მიერ გამოყვანილი აფსიდთა წრფეების რელატივისტური ბრუნვის ფორმულაა:

$$\frac{\partial\phi}{\partial t} = \frac{2\phi\pi^2\alpha^2}{T^2c^2(1-e^2)}$$

ეს იგივე ფორმულაა, რომელიც მიიღო გერმანელმა მეცნიერმა ჰერბერმა 1898 წელს, ეინშტეინამდე ოცი წლით ადრე, როცა ის ეყრდნობოდა ნეიმან-ჰელმგოლცის კინეტიკური პოტენციალის თეორიას [266¹²], [225¹²].

ასე რომ, ფარდობითობის ზოგადი თეორიის ეს ექსპერიმენტული შემოწმებაც წარმოადგენს მის წარმატებულ ახსნას, თუკი ჩვენ დავეყრდნობით ევკლიდეს გეომეტრიას.

დამატებით ამასთან, ჩვენ მივუთითეთ, რომ ეს ფორმულა შეიძლება შევცვალოთ შემდეგი ფორმულით:

$$\frac{\partial\phi}{\partial t} = \lambda^2 \frac{1}{\rho},$$

სადაც $\lambda^2 = \frac{2\phi\pi^2\alpha^2}{T^2c^2}$, წარმოადგენს ყველა პლანეტისათვის მუდმივ სიდიდეს; ρ – ელიფსის პარამეტრია და $p = a(1-l^2)$.

მაშასადამე, აფსიდთა წრფეების ბრუნვა დამოკიდებულია ექსცენტრისიტეტზე და არა სივრცის სიმრუდეზე და ამდენად ეს ფორმულა ეწინააღმდეგება დაშვებას, რომ არსებობს ოთხგანზომილებიანი სივრცე და სავსებით შეთავსებადია რხევითი მოძრაობის თეორიასთან [182²⁵], [367²⁴].

ამ ნაშრომის გამოქვეყნებიდან 12 წლის შემდეგ საზღვარგარეთსა და საბჭოთა კავშირშიც გამოქვეყნდა ისეთი შრომები, რომელთა ავტორებსაც მიაჩნიათ, რომ აუცილებელია აფსიდთა წრფეების ბრუნვის ფორმულაში ორბიტის ექსცენტრისიტეტის შეყვანა.

მოტივაცია იყო ასეთი: რაც უფრო ახლოა ელიფსი წრესთან, მით უფრო რთულდება პერიგეას წანაცვლების დაკვირვება. ამასთან არ იყო მითითებული, როგორ და რატომაა დაკავშირე-

ბული ორბიტის ექსცენტრისიტეტი წანაცვლებასთან. (იხ. ვ. ლ. გინზბურგი. ფარდობითობის ზოგადი თეორიის ექსპერიმენტული შემოწმება. ეინშტეინის ხსოვნისადმი მიძღვნილი კრებული. ეინშტეინი და თანამედროვე ფიზიკა).

§7. ი. ნიუტონი და ა. ეინშტეინი

თავის შემოქმედებით ავტობიოგრაფიაში ეინშტეინი წერდა:

„ნიუტონ, მაპატიე, შენ იპოვე ერთადერთი გზა, რომელიც შესაძლებელი იყო შენს დროში უდიდესი მეცნიერული შემოქმედების, ნიჭისა და აზრის მქონე ადამიანისთვის“.

„შენ მიერ შექმნილი ცნებები ამჟამად წამყვანია ჩვენს ფიზიკურ აზროვნებაში, თუმცა ჩვენ ახლა უკვე ვიცით, რომ თუ შევეცდებით ურთიერთკავშირების უფრო სიღრმისეულ გაცნობიერებას, მაშინ ჩვენ მოგვინევს ამ ცნებების შეცვლა სხვა ცნებებით, რომლებიც უფრო დაცილებულია უშუალო ცდების სფეროსგან“ [41].

აქ ეინშტეინმა არ გაითვალისწინა ნიუტონის ეპოქის პოლიტიკურ-რელიგიური მხრე, რომელიც შეიქმნა 1649 წლის ინგლისის ბურჟუაზიული რევოლუციის პროცესში და დასრულდა 1688 წელს (glorious Revolution) ასეთივე ბურჟუაზიული რევოლუციით ლოზუნგით: „კანონიერება და კონსტიტუცია“. ამის მოთავე იყო „არაკანონიერი“ მმართველი ვილჰელმ ორანელი, რომლისთვისაც ნიუტონს მოუხდა ერთგულების შეფიცვა (იხ. ნიუტონის წერილი დოქტორ კოველისადმი).

ეინშტეინი გახლდათ ჩვენი დროის უდიდესი და ერთადერთი მეცნიერი, რომელმაც იპოვა გზა, რომ სამუდამოდ უკუეგდოთ ნიუტონისეული მეტაფიზიკური აზროვნება, რომელიც მკვიდრდებოდა მეცნიერებაში სამასი წლის განმავლობაში.

ეს იყო თავისივე სიტყვებით რომ ვთქვათ, „უდიდესი შემოქმედებითი ნიჭისა და აზრის სიღრმის“ მეცნიერი, რომელმაც ნიუტონისეული ეპოქის გაფურჩქენის უმაღლეს სტადიაზე თავი-

სი ღრმა ორიგინალური აზროვნებით შეძლო მოეხდინა მკვეთრი შემობრუნება მეცნიერთა თავებში და ნაცვლად გამონათქვამისა „ძალა, რომელიც მართავს გამრუდებულ სხეულებს“ – სიმძიმის ძალა, დაამკვიდრა გამოთქმა: „მოძრაობა გამრუდებულ სივრცეში“ – სადაც არსებობს მატერიის დიდი მასები.

ყოველივე ამას, უბრალოდ, „გრავიტაციული ველი“ ეწოდებოდა და მასში არავითარი ძალა არ არსებობს. ეინშტეინის წარმოდგენით, მასში არსებობს მხოლოდ „სივრცე – დროის გამრუდება“, რომლის მიღმა რატომღაც, დამკვიდრდა არაშესაბამისი გამოთქმა „მსოფლიო მიზიდულობის გრავიტაციული ძალა“.

ზუსტად ისევე, როგორც ნიუტონი, ეინშტეინი იყო თავისი კლასის შვილი და ორივე რელიგიური იყვნენ.

ბავშვობაში ეინშტეინი ღრმად რელიგიური იყო [288], დიდხანს იყო იდეური რელიგიური თემის წევრი, შემდგომში ყოველწლიურად ეხმარებოდა ამ რელიგიურ საზოგადოებას, უშუალოდაც კი მონაწილეობდა მის მუშაობაში.

თუ ნიუტონმა, წვრილი ფერმერის შვილმა, იპოვა საერთო ენა ინგლისის ბურჟუაზიული რევოლუციის მესვეურებთან და დააკმაყოფილა მათი მოთხოვნები, ეინშტეინმა ეს ვერ შეძლო; და არა იმიტომ, რომ არ სურდა ეს, არამედ იმიტომ, რომ ჩენი ეპოქის 20-40-იანი წლების გერმანულმა რევოლუციამ კურსი აიღო ებრაული წარმოშობის პირების მიმართ კაცთმოძულეობის პოლიტიკაზე.

სწორედ ამიტომ ეინშტეინი გაემიჯნა მათ და კურსი აიღო პროგრესულად განწყობილ მეცნიერებზე და ინტელიგენციაზე.

თუ ნიუტონისათვის პოლიტიკურ-საზოგადოებრივი სიტუაცია მომგებიანი გახლდათ, რაც თავისი ქვეყნის საპასუხისმგებლო მმართველი პოსტების მიღებაში გამოიხატა, ეინშტეინისათვის პოლიტიკურ-საზოგადოებრივი სიტუაცია მის სასარგებლოდ არ წარიმართა და გამოიხატა იმაში, რომ მას მოუხდა გერმანიის დატოვება.

თუ გავითვალისწინებთ ყოველივე ამას, შეიძლება თამამად ვთქვათ, რომ ყველა საუკუნის გენიოსების შემოქმედებითი

შრომები ნათლად ასახავენ მათ განცდებს, რაზედაც ჩვენ უკვე მივუთითეთ.

თუ ნიუტონმა დააკისრა სამყაროს შემქმნელს გაეკეთებინა პირველი ბიძგი, რათა მოძრაობაში მოეყვანა სამყაროს მთელი სისტემა, ეინშტეინმა ამ სამყაროს შემქმნელს დააკისრა დიდი მასების სიახლოვეს სივრცის გამრუდება, რათა მასში ემოძრავათ ციურ სხეულებს – პლანეტებს, ასე ვთქვათ ლარებში, მსგავსად იმისა, როგორც მოძრაობენ ქვეები მაღალი მთის კალთებიდან ბუნების მიერ შექმნილი ლარების საშუალებით.

თუ ნიუტონმა და ეინშტეინმა ვერ შეძლეს ძველი და ახალი ფილოსოფოსებისა და მეცნიერების იმ იდეების სრული გამოყენება, რომელთა არსი აიხსნება სხეულთა „მისწრაფებით“ მიუახლოვდნენ და დაშორდნენ თავისივე ცენტრს, ეს მოხდა, რა თქმა უნდა, არა იმიტომ, რომ მათი გენია იყო არასაკმარისად ძლიერი. დიდი ადამიანები წყვეტენ იმ ამოცანებს, რომლებიც წამოჭრილია თავისი ეპოქის სანარმოო ურთიერთობების ისტორიული განვითარებით!

ნიუტონი თავისი ეპოქის შვილი გახლდათ. მას, ეშინოდა რა პაპის ტახტისა და ეკლესიის დევნისა, შეძლო ძველი სამყაროს სწორი იდეის ერთი ნაწილის დაცვა. ეს ნაწილია „სიმძიმის კვადრატულად შემცირება“ და მას უწოდა „აჩქარება მიზიდულობის ძალის გავლენით“; ხოლო განზიდვის იდეა, რომელიც მიზიდვის იდეის დიალექტიკურად განუყოფელი ნაწილია, გადააბარა სამყაროს შემქმნელს, როგორც პირველი ღვთაებრივი ბიძგის მიმცემს. ამით მას სურდა დაემტკიცებინა მეცნიერული და პოლიტიკური სამყაროსადმი თავისი ღრმა რელიგიურობა, რასაც 1688 წლის ინგლისის ბურჟუაზიული რევოლუციის მომხრეები უწევდნენ გამალებულ აფიშირებას. მათი ლოზუნგი ხომ „კანონიერება და კონსტიტუცია“ გახლდათ.

„ერთადერთი შესაძლებელი ახსნა მდგომარეობს სამყაროს შემქმნელის აღიარებაში (წერდა ნიუტონი) შემქმნელისა, რომელმაც ისე ბრძნულად განაღვა პლანეტები, რომ ისინი ლებულობენ მათთვის აუცილებელ სინათლესა და სითბოს“ (იხ. წერილები

ლოკისადმი, ბენტლისადმი) [39⁴⁰], [42⁴⁰]. ნიუტონმა ყოველივე ეს გამოსახა რხევათა მოძრაობების სწორ მათემატიკურ ფორმულებში, მაგრამ მისცა მათ არასწორი, შეუსაბამო ახსნა მზის „მიზიდულობის ძალის“ და „ინერციით მოძრაობის“ სახით [21³⁵], [31³⁵].

თუ კი ეინშტეინი თავისი გრძნობების მოზღვავეებისას სთხოვდა შენდობას ნიუტონს იმისთვის, რომ დაემთავრებინა მისი „ურთიერთკავშირების ცნებები“ სხვა, უშუალო ცდების სფეროსგან უფრო შორს მდგომი ცნებებით, მაშინ ჩვენც უნდა ვთხოვოთ მიტევება ეინშტეინს იმისათვის, რომ დავტოვოთ მისი მთავარი პრინციპი, ნასესხები მის მიერ ძველი თაობის ფილოსოფოსებისაგან და მეცნიერებისგან ციური სხეულების მოძრაობის შესახებ; მოძრაობისა, რომელიც ხდება ყოველგვარი ძალის გარეშე, უმიზეზოდ; პატიება იმისათვის, რომ უკუვადგოთ მისი გამრუდებული ოთხგანზომილებიანი სივრცე, რომლის იდეამ მიიყვანა ცნობილი მეცნიერები ცელნერი, კრუქსი, ულესი და სხვები მისტიკამდე [82⁷. სანაცვლოდ დავესესხოთ იმავე ძველ და ახალ ფილოსოფოსებს: დემოკრიტეს, პითაგორას, არისტოტელეს, კანტს, ჰეგელსა და ენგელსს იდეას მატერიის მოძრაობის ძირითადი ფორმების შესახებ; სადაც განიხილება მიზიდვა-განზიდვა, მიახლოება-განშორება, შეკუმშვა-გაფართოება [165⁷], და თუ გადავალთ თანამედროვე მეცნიერების ენაზე, განვიხილავთ მხოლოდ „რხევით მოძრაობას“ [72³⁵].

ასე რომ, თამამად შეიძლება ვივარაუდოთ რომელი ნიშნის მიხედვით, შინაგანი განცდების გამო, თუ სხვა რაიმე გრძნობებისა და გარე სამყაროსადმი რაიმე მიმართების გამო, როგორც ნიუტონი, ასევე ეინშტეინიც, შემოქმედებითი მეცნიერული აზრის ეს ორი გიგანტი „volens nolens“ უსათუოდ აღმოჩნდნენ რელიგიური ამოჩემების გავლენის ქვეშ, ამოჩემებისა, რომელიც მათ მთელ მეცნიერულ მემკვიდრეობას წითელ ზოლად ეხვევა და გადახლართულია იდეოლოგიურ და თეოლოგიურ შეხედულებებთან.

ეინშტეინის მიმდევრები გაძლიერებულად ცდილობენ წარმოაჩინონ ეს თანამედროვე გენიოსი მატერიალისტად [236⁷],

როდესაც მოჰყავთ მისი მოწინააღმდეგეების აზრები, რომლებშიც ისინი ეჭვს გამოთქვამენ ეინშტეინის კონცეფციის სისწორეში:

„ან ესაა სისულელე, ან ბოროტება, ან ადამიანთა ამ თვისებების, რომლებიც ხშირად განუყრელნი არიან, ნაზავი“ [239²].

ეს დაობლებული ორთოდოქსალური რელატივისტი ხედავს თავის თავს იმავე საფეხურზე, რომელზედაც დგას უდიდესი თანამედროვე მეცნიერი, თავის თავსაც რაცხს მატერიალისტად [236²], ეინშტეინის შრომებს კი, რომლებმაც სრულიად განსაკუთრებული როლი ითამაშეს შემოქმედებითი მეცნიერული აზროვნების ათასწლოვან ისტორიაში, როგორც „ღმერთისადმი მატერიალისტურ მიდგომად“ ? [205²].

მეტი რა უნდა ვთქვათ? სწორედ რომ სასაცილოა! ხომ არ ვუპასუხებთ მას მისივე სიტყვებით:

„ან უგუნურების, ან ბოროტების, ან ამ თვისებების, რომლებიც ხშირად განუყრელნი არიან, ნაზავით“ ან კიდევ სხვა რიმე მოსაზრების გამო გამოითქვა ყოველივე ეს?

მაგრამ ეს ხომ არც გასაკვირია და არც ახალია!

ცნობილია, რომ გამოჩენილი ადამიანები თავის მოსწავლეთა მონდომებით ხშირად, უნებურად, დამახინჯებული იდეების გულმოდგინე მომხრეებად გვევლინებოდნენ.

ასე მოხდა კოპერნიკის შემთხვევაში, როდესაც გამოქვეყნდა მისი წიგნი ა. ოსეანდერის ანონიმური და დამახინჯებული წინასიტყვაობით [485⁴¹]. ასე მოხდა ნიუტონის შემთხვევაშიც, როდესაც მისმა მოსწავლემ Cotes-მა ნიუტონის „Principia“-ს მეორე გამოცემას ნაუმძღვარა დამახინჯებული წინასიტყვაობა [182⁴²].

იგივე განმეორდა ა. ეინშტეინის შემთხვევაშიც, როდესაც მისმა მოსწავლეებმა ლ. ინფელდმა და ვ. ფოკმა დაახასიათეს ეინშტეინის შემოქმედებითი და უბადლო ნააზრევი გამიჯვნამდე, როგორც „მატერიალისტური მიდგომა ღმერთისადმი“ [205²], მატერიალისტური ხასიათის შესწორებიანი კი, რომლებიც გამოთქვა ეინშტეინმა გამიჯვნის შემდეგ, ფოკმა გამოაცხადა, როგორც მცდარი და არაჭეშმარიტი.

რა თქმა უნდა! მე მირჩევნია მოწინებით წარმოვიდგინო ალბერტ ეინშტეინი დაკავებული თავისი, თუნდაც იდეალისტური მიმართულების შემოქმედებითი იდეებით და მისი გენიის სრული აღიარებით, მუხლი მოვიდრიკო მისი ტალანტის წინაშე, ვიდრე წარმოვიდგინო იგი (ასეთი მიმდევრების აღწერილობით) ისეთ მეცნიერად, რომელსაც აქვს მცდარი მიმართულება თავის შესწორებულ შრომებში და „მატერიალისტურ მიდგომაში ღმერთთან“ [205²].

§8. დასკვნა

ამრიგად, ეინშტეინის ფარდობითობის სპეციალური თეორიის შესწავლისას ვასკვნით, რომ ამ თეორიიდან გამომდინარეობს შემდეგი ძირითადი დასკვნები: ინერტული მასის ცვლილება სიჩქარისაგან; თანაფარდობა ინერტულ მასასა და ენერჯიეს შორის; რომ სინათლის სიჩქარე არ არის დამოკიდებული სინათლის წყაროს სიჩქარეზე, რაც ფიზიკის ფუნდამენტურ კანონებადაა მიჩნეული და „თითქოსდა“ ფარდობითობის სპეციალური თეორიის მართებულობის დამამტკიცებელია. ისინი სულაც არ საჭიროებენ რელატივისტურ თეორიას. ეს დასკვნები ეინშტეინამდე ბევრად უფრო ადრე, და უკეთესადაც კი, ვიდრე ეინშტეინს, ჰქონდა დამუშავებული დეკარტს, ტომსონს, ჰუანკარეს, უმოვს, ლებედევს და სხვებს.

სხვა დასკვნები, რომლებიც ეინშტეინის ფარდობითობის სპეციალური თეორიიდანაა მიღებული „ad hoc“ პოსტულატების სახით, როგორცაა სინათლის ზღვრული სიჩქარე, სიგრძის ცვლილება მოძრაობის დროს, სულაც არ გვჭირდება მაიკელსონის ცდის ასახსნელად, თუმცა მათემატიკური და ტექნიკური სიძნელეების გამო მათი უშუალო ცდისეული შემოწმების გზები არ არის ნაპოვნი. არც რელატივისტურ ეპოქაში და არც მის შემდეგ ნიუტონის მიზიდულობის თეორიის თანმიმდევრული გამოვლინებანი, რითაც შეიცვალა სხეულთა ბუნებრივი მოძრაობა პლანე-

ტების უსაგნო მიზიდულობის ძალებით, სულ მეტად და მეტად ამუხრუჭებდნენ მეცნიერების წინსვლას, სამყაროს შესახებ ჩვენი ცოდნის ფართო განვითარების მიუხედავად.

ამიტომ ეინშტეინმა მტკიცე უარი თქვა ასეთ უსაგნო ძალებზე და სიმძიმის ძალა ისევ მოძრაობის ცნებით შეცვალა, რისთვისაც ამ მიზნით მიზიდულობისა და ინერციის „ეკვივალენტურობის“ პრინციპი წამოაყენა.

ამ პრინციპით მან დააკმაყოფილა ცნობილი ფაქტი ვარდნილი სხეულების ერთნაირი აჩქარების შესახებ, მიუჩინა შესაბამისი ადგილი ინერტული და მძიმე მასების ტოლობის ფაქტს, რასაც მანამდე შემთხვევითი ხასიათი ჰქონდა, მაგრამ ვერ შეძლო ერთიანი მათემატიკური განტოლებების საშუალებით მიზიდულობის კანონებისა და ველის ელექტრომაგნიტური კანონების დაკავშირება.

ამ წარუმატებელი მცდელობის შემდეგ სწორად დასმული ამოცანის ამოსახსნელად მან დაიწყო ახალი თეორიის დამუშავება, რომელსაც ფარდობითობის ზოგადი თეორია უწოდა.

დასკვნები ეინშტეინის ფარდობითობის ზოგადი თეორიიდან, ევკლიდეს გეომეტრიაზე უარის თქმა და ოთხგანზომილებიანი სივრცულ-დროითი კონტინუუმის შემოღება, რამაც არაფერი მისცა მეცნიერებას, სულაც არ შეიძლება ჩაითვალოს ფარდობითობის ზოგადი თეორიის მიღწევად.

ჩვენ ხომ ვიცით, რომ ბევრად ადრე ეინშტეინამდე სახელოვანმა მეცნიერმა ქიმიკოსმა და ფიზიკოსმა უილიამ კრუქსმა, ზოოლოგმა უოლესმა, ასტონომმა და ფიზიკოსმა ცელნერმა, ცნობილმა ქიმიკოსმა ა. ბუტლეროვმა და სხვებმა მატერიის წრებრუნვის ასახსნელად, როდესაც მატერია მონაცვლეობით განიბნევა და მკვრივდება, წარმატებით გამოიყენეს ოთხგანზომილებიანი სივრცის ცნება და არც კი მორიდებთან მეცნიერებაში „სულელების“ შემოტანას და „ცდების“ საშუალებით სურდათ „არარეალური სულელების არსებობის“ დამტკიცება, რითაც ახსნიდნენ მათი გამოჩენისა და გაქრობის ცნობილ კანონზომიერებას?!

ეინშტეინის ოთხგანზომილებიანი სივრცის თეორიამ, რომელიც მოცემულია „აბსტრაქტული“ მათემატიკური განტოლებების სახით და „მოხდენილი“ სქემების საშუალებით, ეინშტეინის მიმდევრების იორდანის, კომპტონის, სტრონბერგის, ბოგორაზტანის, ჰიიზენბერგისა და სხვების მცდელობით ჰპოვა ფართო განვითარება; საქმე მივიდა „მატერიის ანიგილაციის“, ელემენტარული ნაწილაკების „სურვილის თავისუფლებისა“ და „განუსაზღვრელობის“ აღიარებამდე. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ეს მეცნიერები ცდების საშუალებით ცდილობდნენ დაემტკიცებინათ რეალურად არსებული ნაწილაკის არამატერიალობა და ეჩვენებინათ, რომ რეალური მიკრონაწილაკის სამყაროში არ არსებობს არავითარი კანონზომიერება – მიზეზობრიობის კანონი.

ფარდობითობის ზოგადი თეორიის ექსპერიმენტული შემოწმება, აფსიდთა ლერძის ბრუნვა, წითელი ჩანაცვლება და სიმძიმის ველში სინათლის სხივის გადახრა, ძველთაგანვე იყო ცნობილი ეინშტეინის ფარდობითობის ზოგადი თეორიის გამოჩენამდე. ეს საკითხები სულაც არ ითხოვენ ევკლიდეს გეომეტრიაზე უარის თქმას. ისინი ეინშტეინამდე ბევრად ადრე დაამუშავა ჰერბერმა, სოუნდერსმა, ლიხოდსკიმ. ეინშტეინმა კი ისინი მიუყენა თავის დასკვნებს, რათა აეხსნა თავისი თეორია.

თუ გავითვალისწინებთ ყოველივე ზემოთქმულს, აუცილებელია მოვახდინოთ იმის კონსტატაცია, რომ ფარდობითობის ზოგადი თეორია, თუ შეიძლება ასე ვუწოდოთ ეინშტეინის მიზიდულობის თეორიას, სრულიად არ გამართლდა.

ყველა თეორიაში, როგორებიცაა:

„მიზიდულობისა და ინერციის ეკვივალენტურობა“;

„ოთხგანზომილებიანი სივრცის“ თეორია;

„მიზიდულობის ზოგადი თეორიისათვის საჭირო დიფერენციალური განტოლებების თეორიის დამუშავება“;

აფსიდთა წრფეების რელატივისტური ნანაცვლების ფორმულაშიც, აღმოჩნდნენ სივრცის სიმრუდის თეორიასთან შეუსაბამო და საწინააღმდეგო დაშვებები.

აქედან ნათელია, რომ ვერც მივიღებდით ერთიანი ველის თეორიას, რომლის გადაჭრას ასე დაუცხრომლად ცდილობდა ეინშტეინი მთელი თავისი სიცოცხლის განმავლობაში.

„სანამ არ არსებობს ერთიანი ველის თეორია, ჩემთვის არც ფიზიკა არსებობს“ – თქვა ეინშტეინმა და ჩვენც მივუერთდეთ ამ ღრმააზროვან გამონათქვამს.

ჩვენ ვიზრდებოდით ისეთ დროში, როდესაც ყველა სანყისთა სანყისი მეცნიერებაში ნიუტონსა და ეინშტეინს მიენერებოდა.

ეს აზრი ნათლადაა გამოხატული პოპის ლექსში:

„ბუნება თვის კანონებით დაფარულ იყო წყვდიადით,
ინათა მხოლოდ მას შემდეგ, რაც ღმერთმა ბრძანა:

„დაე, იყოს ნათელი!“

ეინშტეინის გამოჩენის შემდეგ დაინერა ამ ორტაეკედის გაგრძელება:

„მაგრამ მცირე ხნით. სატანამ ბრძანა:

„დაე, იყოს ეინშტეინი!“

და ყოველივე შთანთქა წყვდიადმა“.

ჩვენ წარმოსახვაში თვით ეინშტეინი, თითქოსდა, ზეგარდ-მოვლენილია ციდან, როგორც მოჩვენება, და მოგვიტანა ჩვენ „მოკვდავთ“ ღვთისგან ფარდობითობის სპეციალური და ზოგადი თეორია.

თუ ამის თქმა შეიძლება ფარდობითობის ზოგადი თეორიის შესახებ და არ ვგულისხმობთ მასში ოთხგანზომილებიან სივრცის არსებობას, მაშინ ეს ჩვენი თვალსაზრისი არ იქნება მართებული ფარდობითობის სპეციალური თეორიის მიმართ, რომლისთვის სასიცოცხლო ძალებს ეინშტეინი ლორენცის, პუანკარეს, ფიზოს, ფუკოს, ეილერის, ლაპლასის, ტომსონის, დეკარტის, უმოვის, ლებედევისა და სხვა ფიზიკოსების მეცნიერული მემკვიდრეობიდან მოიპოვებდა. ფარდობითობის სპეციალური თეორია თავისი განვითარების დონით სწორედ რომ ამ მეცნიერებს უნდა უმადლოდეს, თუმცა ფესვები კიდევ უფრო შორს, საუკუნეთა სიღრმეში მიდიან და მთელი ამ კულტურის მიღმა დგანან ძველი და ახალი საუკუნეების ფილოსოფოსები.

მიუხედავად ამისა, მაინც ვერ ვუარყოფთ, თუ რა როლი ითამაშა ეინშტეინმა ჩვენი შეხედულებების შემობრუნებაში. მან ჩვეულებრივი სითამამით გაალო ის რაბები, რომელთა საშუალებით ნივთიერ სამყაროში, რეალური სინამდვილის სამყაროში თავისი გამართლებული ლოგიკური დასკვნებითა და ე. წ. „სალი აზრით“ შემოდინდა ნებისმიერი ფანტაზიის გრილი და ცოცხალი ლიჭავლი „sublime essence“, რაც მონყვეტილია ლოგიკურ აზროვნებას და რაც საბოლოოდ წყვეტს კავშირს „ინტელექტუალურ“ ტრადიციასთან, რომელსაც თავისი მკაცრი კანონზომიერებანი და მიზეზობრივ-შედეგობრივი მოვლენები ახასიათებს.

ეინშტეინმა მრავალი ღრმა იდეა გააჟღერა და მრავალი კითხვა დაუსვა მომავლის ფიზიკოსებს. და თუ ყოველივე ამას არ უნერია შემდგომი განვითარება, თუ ყოველივე ეს შეიცვლება ახალი შეხედულებებითა და ახალი თეორიებით, რასაც თვით ეინშტეინიც არ უარყოფდა, ეს ოდნავადაც კი არ დაჩრდილავს მის დიდებულ იდეებს, რომლებიც, უსათუოდ, ფიზიკის შემდგომი განვითარების მთელი ისტორიული ეპოქის ამომავალ წერტილად იქცევიან.

ტ. აბზიანიძე

თბილისი, პეროვსკაია, 17,
1936-1966 წწ.

ციტირებული ლიტერატურა:

1. Л. Ф. Ильичев. Методологические проблемы Естествознания и общественных наук. Журнал «Природа» №12 за 1963 год.
2. Эйнштейн и современная физика. Сборник памяти А. Эйнштейна, 1956 год.
3. В. Мейер. Мироздание – Астрономия., под ред. Глазманна.
4. Н. И. Лобачевский. О началах геометрии, 1829 г.
5. А. Ф. Иоффе. Основные представления современной физики, 1949 г.
6. Гегель. Философия природы. 1934 г. предисловие А. А. Максимова.
7. Ф. Энгельс. Диалектика природы, соц. эконом. изд. 1931 г.
8. Философские вопросы современной физики, изд. АН СССР, 1952 г.

9. Проблемы физики. Новейшие проблемы гравитации, сборник статей под ред. Д. Д. Иваненко, 1961 г.
10. Линкольн Бернет. Вселенная и труды д-ра Эйнштейна с предисл. А. Эйнштейна.
11. Луи де Бройль. По тропам науки, 1962 г.
12. Теория относительности и материализм, сборник 1925 г. Вопросы философии и психологии за 1896 г. книга 34.
13. Б. Г. Кузнецов – Эйнштейн, 1962 г.
14. А. Эйнштейн, Л. Инфельд. Эволюция физики – 1948 г.-1966 г.
15. Энгельс. Анти Дюринг. 1938 г.
16. П. Г. Бергман. Введение в теорию относительности. 1947 г.
17. Э. Фрейдлих. Основы теории тяготения Эйнштейна, с предисловием А. Эйнштейна 1923 г.
18. У. И. Франкфурт. Очерки по истории специальной теории относительности - 1961 г.
19. Н. Я. Умов. Значение Декарта в истории физических наук. собр. сочин. т. III.
20. В. И. Ленин. Сочинения, т. XIII. Материализм и эмпириокритицизм.
21. П. С. Кудрявцев. История физики.
22. А. Эйнштейн. Сб. Принцип относительности. М-Л, 1935 г.
23. В. А. Фок. Теория пространства, времени и тяготения 1955 г.
24. А. Н. Крылов. Лекции о приближенных вычислениях. 1933 г.
25. А. Эйхенвальд. Теоретическая физика, ч. II. Механика, 1932 г.
26. П. Лаберен. Происхождение миров.
27. Н. Будрейко. Философия физики. Химия. 1964 г.
28. М. Э. Омеляновский. Фальсификаторы науки. «Вопросы философии», 1945 г. №3.
29. Б. Г. Кузнецов. Основные идеи специальной теории относительности. Сборник. Очерки развития основных физических идей, М. 1958 г.
30. Проф. И. И. Иовлев. Пространство и время и принцип относительности в сочинениях Н. и Лобачевского. Известия Самарского Государственного Университета 1932 г., вып. 32 (60).
31. В. Варичак. О неевклидовом истолковании теории относительности. Новые идеи в математике, сборник №7, 1914 г. СПб.
32. Зутер. История математических наук.
33. А. Берри. Краткая история астрономии.

34. Е. Дюринг. Критическая история общих принципов механики, изд. 1893 г.
35. Т. С. Абзианидзе. Критика законов Ньютона и построение кеплерова эллипса, ч. I. О силе всемирного тяготения.
36. Э. Гримзель. Курс физики, т. I, вып. 1930 г.
37. О. Д. Хвольсон. Курс физики, т. II, изд. 1904 г.
38. Н. Н. Бухгольц. Курс теоретической механики, ч. I, 1938 г.
39. А. А. Майкельсон. Световые волны и их применение. 1912 г.
40. Б. М. Гессен. Социально-экономические корни механики Ньютона, 1934 г.
41. Н. Коперник. О вращениях небесных сфер, 1964 г.
42. О. Д. Хвольсон. Курс физики, т. I, изд. 1908 г.
43. А. Ф. Иоффе. Встречи с физиками, 1962 г.
44. А. Зоммерфельд. Строение атома и спектры, т. I.
45. Г. С. Ландсберг. Оптика.
46. М. Р. Уэр и Д. А. Ричардсон. Физика атома, изд. 1961 г.
47. Г. Кей. Рентгеновские лучи изд. 1928 г.
48. Макс Борн. Теория относительности Эйнштейна и ее физические основы, изд. 1938 г.
49. Б. Кроче. Эстетика как наука о выражении и как общая лингвистика.
50. G. Lemaître. From Cubism to Surrealism in French literature. Cambridge, 1945 y.
51. Journal of the Franklin Institute, 1936 y. [221].
52. Успехи Физ. Наук, т. 59, вып. 1 1956 г.
53. А. Эйнштейн. Влияние Максвелла на развитие представлений о физической реальности. Эйнштейновский сборник, 1966 г.
54. А. Эйнштейн. Общий язык науки. Эйнштейновский сборник, 1966 г.
55. Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков. Общая теория относительности и астрофизика. Эйнштейновский сборник, 1966 г.
56. Успехи Физ. Наук. т. XVI, вып. 4, 1936 г.
57. О. В. Лармин. Модернизм против человека и человечности, 1965 г.
58. Alfred Smeller. Surrealism Vein, 1956 y.
59. В. А. Фок. Физические принципы теории тяготения А. Эйнштейна. Вопросы философии №8, 1966 г.
60. Бутлеров. Четвертое измерение пространства и медиумизм. Русский вестник, февраль, 1878 г.

61. Акад. Н. М. Крылов и проф. док. Н. Н. Боголюбов. Введение в нелинейную механику. Киев, 1937 г.
62. Роберт Опенгеймер. Директор Института высших научных исследований. Об Альберте Эйнштейн. Журнал Америка №121.



გამომცემლობა **ინტელექტი**

თბილისი, ილია ჭავჭავაძის გამზირი №5
225-05-22, 291-22-83, 5(99) 55-66-54
intelekti@caucasus.net info@intelekti.ge
www.intelekti.ge



სტამბა დამანი
Print House Damani

თბილისი, პ. ჩანჩიბაძის ქუჩა 6

☎ 214 34 01, 577 33 38 55

stamba.damani@gmail.com

📘 სტამბა დამანი / Print House Damani