

სტივენ ჰოუკინგი

# დროის მოკლე ისტორია

დიდი აფეთქებიდან  
შავ სვრელეზამდე



ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თბილისი — 2014 წელი

# დროის მოკლე ისტორია

დიდი აფეთქებიდან შავ ხვრელამდე  
სტივენ ჰოუკინგი

## A BRIEF HISTORY OF TIME

FROM THE BIG BANG TO BLACK HOLES

Stephen Hawking

მთარგმნელი: ირაკლი მანაბელი

რედაქტორი: ირმა რევიშვილი

კომპიუტერული

უზრუნველყოფა: ქეთევან გოგავა

© Stephen Hawking, 1998

“This edition published by arrangement with Writers House LLC and Synopsis  
Literary Agency”

გამოცემა მომზადებულია შპს. Writers House-სა და Synopsis Literary  
Agency-ის ხელშეწყობით.

გამოსახულება გარეკანზე სუპერ კოლაიდერის  
წარმოსახვითი ფონი. © pixelparticle, 2014. Shutterstock.

ISBN 978-9941-18-097-2

ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა  
ქაქუცა ჩოლოყაშვილის 3/5, თბილისი, 0162, საქართველო

ILIA STATE UNIVERSITY PRESS  
3/5 Cholokashvili Ave, Tbilisi, 0162, Georgia

## შინაარსი

1. მთარგმნელის წინასიტყვაობა .....	5
2. ჩვენი წარმოდგენა სამყაროს შესახებ .....	8
3. დრო და სივრცე .....	24
4. სამყაროს გაფართოება .....	48
5. განუზღვრელობის პრინციპი .....	69
6. ელემენტარული ნაწილაკები და ბუნების ძალები .....	80
7. შავი ხვრელები .....	101
8. შავი ხვრელები არტუშ ისე შავია .....	122
9. სამყაროს წარმოშობა და მისი მომავალი .....	139
10. დროის ისარი .....	172
11. ჭიის ხვრელები და მოგზაურობა დროში .....	185
12. ფიზიკის უნიფიკაცია .....	199
13. დასკვნა .....	217
ალბერტ ეინშტეინი .....	222
გალილეო გალილეი .....	224
ისააკ ნიუტონი .....	225
განმარტებითი ლექსიკონი .....	228

---

## მთარგმნელის წინასიტყვაობა

---

თქვენ წინაშეა მსოფლიოში ცნობილი მეცნიერის – სტივენ ჰოუკინგის წიგნი. იგი არა მარტო შესანიშნავი ასტროფიზიკოსია, არამედ მისი ცხოვრებაც მეცნიერული გმირობის უბრწყინვალესი მაგალითია.

სტივენ ჰოუკინგი დაიბადა 1942 წელს. 21 წლისას ექიმებმა საშინელი დიაგნოზი – გაფანტული სკლეროზი – დაუსვეს და აცნობეს, რომ მხოლოდ ორი წლის სიცოცხლე დარჩენოდა. გაფანტული სკლეროზის დროს მოძრაობაზე პასუხისმგებელი ნეირონები თანდათან კვდება და ავადმყოფი სულ უფრო და უფრო უსუსური ხდება. ჰოუკინგის ადგილას ნებისმიერი ადამიანი ფარ-ხმალს დაყრიდა და შემდგომ კარიერაზე არც კი იფიქრებდა. მან კი მუშაობა ჩვეული რიტმით განაგრძო. ორი წელი ისე გავიდა, რომ მისი ფიზიკური მდგომარეობა მნიშვნელოვნად არ შეცვლილა. ამასობაში ჰოუკინგმა გაიცნო თავისი მომავალი მეუღლე და გადაწყვიტა დაქორწინება. თუმცა, მანამდე მატერიალური კეთილდღეობა უნდა მოეპოვებინა.

ამავე პერიოდში ჰოუკინგმა წაიკითხა შესანიშნავი მეცნიერის – როჯერ პენროუზის სტატია იმის შესახებ, რომ, თუ სხეულებს უსასრულოდ შევკუმშავთ, ანუ მოვახდენთ მათ კოლაფსს, ისინი წარმოქმნიან ე.წ. სინგულარობას, ანუ მდგომარეობას უსასრულოდ დიდი სიმკვრივითა და უსასრულოდ მცირე რადიუსით. ჰოუკინგი მიხვდა – თუ თეორემაში დროს შევაბრუნებთ, ე.ი. დავბრუნდებით დროში უკან – მივიღებთ გაფართოებას ანუ იმას, რასაც დღეს სამყაროს ევოლუციაში აკვირდებიან. ამიტომ მან გადაწყვიტა PhD-ის ხარისხი პენროუზთან გაეკეთებინა. ეს განზრახვა მან წარმატებით განახორციელა და 1971 წელს და მოიპოვა კიდევ მსოფლიო აღიარება. თუმცა ავადმყოფობა ისე გამწვავდა, რომ ჰოუკინგს ინვალიდის ეტილის გარეშე გადაადგილება აღარ შეეძლო, მიუხედავად ამისა, მან არც ცოლის შერთვაზე თქვა უარი და სამი შვილის მამაც გახდა.

1985 წელს ჰოუკინგს ფილტვების ანთების ძლიერი გართულების შედეგად ტრაქეა ამოკვეთეს, რის გამოც მან მეტყველების უნარი დაკარგა. სმენა ჰოუკინგს კარგი აქვს და გარეშე პირებთან ურთიერთობას საგანგებოდ მისთვის შექმნილი კომპიუტერის საშუალებით ახორციელებს, რომელიც ადამიანის ხმის სინთეზირებას ახდენს. გაფანტული სკლეროზი კი პროგრესირდება და დღეს მას მხოლოდ წარბების, ქუთუთოებისა და ლოყის კუნთების მოძრაობის ნაწილობრივი უნარი შერჩა. კომპიუტერი მისი ლოყების მოძრაობაზეც ახდენს ხმოვან რეაგირებას.

ასეთი მძიმე მდგომარეობის მიუხედავად, ჰოუკინგი კვლავაც აგრძელებს აქტიურ მეცნიერულ მოღვაწეობას: წერს სტატიებს, გამოდის კონფერენციებსა და სემინარებზე, რისთვისაც ხშირად მოგზაურობს კიდეც. ამასთან, კემბრიჯში წარმატებით განაგებს იმ კათედრას, რომელსაც თავის დროზე ნიუტონი და დირაკი ხელმძღვანელობდნენ.

მთელი სიცოცხლის განმავლობაში კოსმიურ პრობლემებთან დაკავშირებულ ჰოუკინგს ოცნებად ჰქონდა, განეცადა უწონადობის მდგომარეობა. რამდენიმე წლის წინ მან ეს ოცნებაც აიხდინა. კორპორაცია „ნულოვანი გრავიტაცია“ გარკვეულ საფასურად ყველა მსურველს აძლევს საშუალებას, განიცადოს უწონადობა. ამისთვის რეაქტიული თვითმფრინავი ადის 9.8 კილომეტრის სიმაღლეზე და შემდეგ პარაბოლური ტრაექტორიით ახდენს პიკირებას – ძალიან სწრაფ დაშვებას – 7.3 კილომეტრზე, ატლანტიკის ოკეანის თავზე. ეს „ვარდნა“ 25 წამს გრძელდება, რომლის განმავლობაშიც ადამიანი უწონადობას განიცდის.

ჰოუკინგმა თამამად მიიღო მონაწილეობა ასეთ „მოგზაურობაში“. მას ახლდა ექიმებისა და ექთნების მთელი ბრიგადა. ფრენისას თვითმფრინავმა განახორციელა მხოლოდ ერთი ასეთი „ვარდნა“, თუმცა, ჩვეულებრივი სენსის დროს ათამდე ვარდნა ხორციელდება. ფრენის შემდეგ ჰოუკინგმა განაცხადა: „ჩემი იმედი იყო, რომ ადამიანისათვის, რომლის კუნთები კარგად ვერ მუშაობენ, უწონადობაში ყოფნა ნეტარებაა“.

ჩვეულებრივ 3750 ამერიკულ დოლარად ღირებული ფრენა, ჰოუკინგისათვის გამონაკლისის სახით უფასო იყო.

როდესაც ბრიტანული კანონების შესაბამისად, ჰოუკინგი პენსიაში გავა, ის გეგმავს მოგზაურობას სპეციალური კოსმოსური ხომალდით, რომელიც ორი საათის განმავლობაში შეასრულებს სუბორბიტალურ ფრენას დედამიწის გარშემო. ეს მოგზაურობა 200 ათასი დოლარი ღირს. ჰოუკინგს იმედი აქვს, რომ ამ საფასურის გადახდაში მას მეგობარი, ბრიტანელი მილიონერი – სერ რიჩარდ ბრენსონი დაეხმარება.

ქვემოთ თქვენ საშუალება გექნებათ გაეცნოთ ასეთი შესანიშნავი პიროვნების ნააზრევს, თვალი მიადევნოთ ფიზიკისა და ასტროფიზიკის განვითარების ისტორიას. იმედი მაქვს, ეს წიგნი ღიდ სიამოვნებას მოგანიჭებთ.

ირაკლი მარაბული

ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიეცნიერებათა კანდიდატი,  
შავი ზღვის საერთაშორისო უნივერსიტეტის  
ასოცირებული პროფესორი

---

## ჩვენი წარმოდგენა სამყაროს შესახებ

---

ერთხელ, ერთი ცნობილი მეცნიერი (ზოგიერთი ამბობს, რომ ეს ბერტრან რასელი იყო) ატარებდა ლექციას ასტრონომიაში. იგი ჰყვებოდა, როგორ ბრუნავს დედამიწა მზის გარშემო და, თავის მხრივ, მზე – ჩვენი გალაქტიკის სახელით ცნობილ ვარსკვლავთა უზარმაზარი კრებულის ცენტრის გარშემო. ლექციის დასასრულს ოთახის ბოლოს მჯდარი პატარა მოხუცი ქალბატონი ადგა და თქვა:

– რასაც თქვენ ბრძანებთ, სრული სისულელეა. სინამდვილეში, სამყარო ბრტყელი დისკია, რომელიც გიგანტური კუს ზურგზე დგას.

მეცნიერმა დამცინავად გაიღიმა და იკითხა:

– კუ რაღაზე დგას?

– თქვენ ძალიან ჭკვიანი ხართ, ახალგაზრდავ, ძალიან ჭკვიანი, – უპასუხა მოხუცმა ქალბატონმა, – მის ქვევით ბოლომდე სულ კუებია!

ადამიანთა უმრავლესობა კუების უსასრულო კოშკს სასაცილოდ ჩათვლის, მაგრამ რატომ გვგონია, რომ ჩვენ ამაზე მეტი ვიცით? რა ვიცით სამყაროს შესახებ და როგორ ვიცით ეს? საიდან მოვიდა სამყარო და სად მიდის იგი? აქვს სამყაროს დასაწყისი და, თუ ასეა, რა მოხდა იქამდე? როგორია დროის ბუნება? დასრულება იგი ოდესმე? თანამედროვე წინსვლა ფიზიკაში ფანტასტიკური ახალი ტექნოლოგიების ხარჯზე შესაძლებელს ხდის, მოვიფიქროთ პასუხები ზოგიერთ ზემოთ დასმულ საკითხზე. დროის რაღაც პერიოდში ეს პასუხები შეიძლება ჭეშმარიტად მოგვეჩვენოს, როგორც დედამიწის ბრუნვა მზის გარშემო, ან სასაცილოდ, როგორც კუების კოშკი. მხოლოდ დრო (რაც არ უნდა იყოს იგი) გასცემს პასუხს ამ კითხვებს.

ჯერ კიდევ ძველი წელთაღრიცხვით 340 წელს ბერძენმა ფილოსოფოსმა არისტოტელემ თავის წიგნში „ზეცაზე“ შეძლო, წამოეყენებინა ორი კარგი არგუმენტი იმის დასამტკიცებლად, რომ დედამიწა მრგვალი სფეროა და არა ბრტყელი დისკი. ჯერ ერთი, მან გააცნობიერა, რომ მთვარის დაბნელება გამოწვეულია დედამიწის გავლით მზესა და მთვარეს შორის. დედამიწის ჩრდილი მთვარეზე ყოველთვის მრგვალია, რაც მართალია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დედამიწა სფერულია. დედამიწა ბრტყელი დისკი რომ იყოს, მისი ჩრდილი წაგრძელებული და ელიფსური იქნებოდა, იმ შემთხვევების გარდა, დაბნელება რომ მხოლოდ იმ დროს ხდებოდა, როდესაც მზე ზუსტად დისკის ცენტრის ზევით არის. მეორე, ბერძენმა თავისი მეზღვაურებისგან იცოდნენ, რომ პოლარული ვარსკვლავი უფრო დაბლა ჩანს სამხრეთში, ვიდრე ჩრდილოეთში (რადგან პოლარული ვარსკვლავი ჩრდილოეთ პოლუსის თავზე მდებარეობს, პოლუსზე იგი ზუსტად დამკვირვებლის თავზე უნდა იყოს, ხოლო იმათთვის, ვინც ეკვატორზეა, ვარსკვლავი ჰორიზონტზე უნდა გამოჩნდეს). ეგვიპტესა და საბერძნეთში პოლარული ვარსკვლავის მდებარეობის განსხვავების დახმარებით არისტოტელემ გამოთვალა, რომ მანძილი დედამიწის გარშემო შეადგენს 400 000 სტადიას. დღეს არ ვიცით, რა სიგრძისაა სტადია, მაგრამ ის დაახლოებით 200 იარდი<sup>1</sup> უნდა იყოს, რაც არისტოტელეს შეფასებისათვის თანამედროვე რიცხვთან შედარებით ორჯერ უფრო დიდ რიცხვს იძლევა. ბერძენებს მესამე არგუმენტიც ჰქონდათ იმისა, რომ მიწა მრგვალია: პირველად ნაპირისკენ მომავალი გემის აფრა გამოჩნდება ხოლმე, ხოლო შემდეგ გემის კორპუსი.

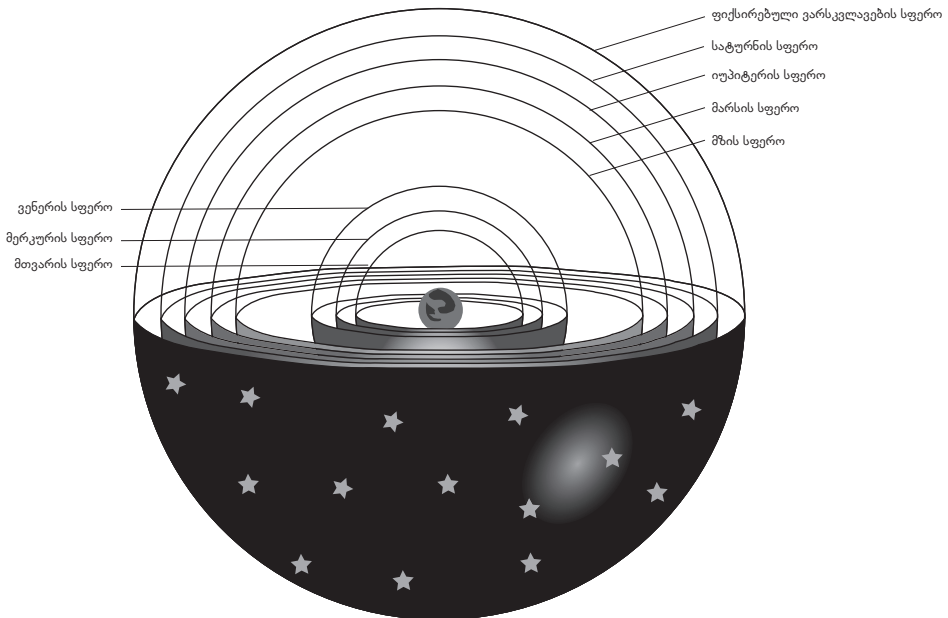
არისტოტელე ფიქრობდა, რომ მიწა უძრავია და მზე, მთვარე, პლანეტები და ვარსკვლავები მის გარშემო წრიულად მოძრაობენ. მას ამისი სჯეროდა მისტიკური მოსაზრებიდან, რომლის მიხედვით დედამიწა სამყაროს ცენტრია, ხოლო წრიული მოძრაობა ყველაზე სრულყოფილია. ეს იდეა ჩვენს წელთაღრიცხვამდე მე-

1 1 იარდი უდრის 0.9144 მეტრს (მთარგმნელის შენიშვნა)



## დროის მოკლე ისტორია

ორე საუკუნეში პტოლემემ გადაამუშავა სრულ კოსმოლოგიურ მოდელში. მოდელის მიხედვით დედამიწა იმყოფება ცენტრში და გარემოცულია რვა სფეროთი, რომელთაც გადააქვთ მთვარე, მზე, ვარსკვლავები და იმ დროს ცნობილი ხუთი პლანეტა მერკური, ვენერა, მარსი, იუპიტერი და სატურნი (ნახ. 1.1). პლანეტები, თავის მხრივ, მოძრაობენ მათ შესაბამის სფეროებთან დაკავშირებულ მცირე წრეებზე, რაც საჭირო იყო მათი ცაზე საკმაოდ დახლართული მოძრაობის აღსაწერად. გარე სფეროზე განლაგებულია ე.წ. ფიქსირებული ვარსკვლავები, რომლებიც ერთმანეთის მიმართ ყოველთვის ერთსა და იმავე პოზიციაში იმყოფებიან, მაგრამ მერვე სფეროსთან ერთად დედამიწის გარშემო ბრუნავენ. არავინ ლაპარაკობდა იმაზე, რა იმყოფებოდა ამ სფეროს გარეთ, მაგრამ, ცხადია, ეს არ იყო სამყაროს ის ნაწილი, რომელსაც ადამიანი აკვირდებოდა.



ნახ. 1.1

პტოლემეს მოდელი წარმოადგენს ციური სხეულების ადგილმდებარეობის წინასწამეტყველებისათვის შექმნილ რაციონალურ, ზუსტ სისტემას. ამ მდებარეობების ზუსტი განსაზღვრისათვის პტოლემეს მოუხდა იმის დაშვება, რომ მთვარის ტრაექტორიაზე მოძრაობისას იგი ზოგჯერ ორჯერ უფრო ახლო მანძილზე უახლოვდება დედამიწას, ვიდრე სხვა დროს იმყოფება. ეს კი ნიშნავს, რომ მთვარე ზოგჯერ უფრო დიდი უნდა ჩანდეს, ვიდრე სხვა დროს! პტოლემემ იცოდა ეს ნაკლი, მაგრამ, ამისდა მიუხედავად, მისი მოდელი იყო ზოგადად, მაგრამ არა საყოველთაოდ, მიღებული. იგი აღიარებული იყო ქრისტიანული ეკლესიის მიერ, როგორც ბიბლიასთან შესაბამისი სამყაროს სურათი, რადგან მასში საკმაო ადგილი რჩებოდა ბოლო სფეროს გარეთ სამოთხისა და ჯოჯოხეთისათვის.

უფრო მარტივი მოდელი 1514 წელს შემოიღო პოლონელმა მღვდელმა ნიკოლას კოპერნიკმა (დასაწყისში, იმის შიშით, რომ მწვალებლად არ გამოეცხადებინათ, კოპერნიკმა თავისი მოდელი ანონიმურად გაავრცელა). მისი იდეით უძრავი მზე მოთავსებულია ცენტრში და დედამიწა და პლანეტები მზის გარშემო წრიულ ორბიტებზე მოძრაობენ. დაახლოებით ერთი საუკუნე განდასაჭირო, სანამ ამ იდეას სერიოზულად მიიღებდნენ. ეს მაშინ მოხდა, როცა ორმა ასტრონომმა გერმანელმა იოჰანეს კეპლერმა და იტალიელმა გალილეო გალილეიმ დაიწყეს კოპერნიკის თეორიის სახალხო მხარდაჭერა, მიუხედავად იმისა, რომ თეორიით განსაზღვრული ორბიტები მაინცდამაინც არ ემთხვეოდნენ დაკვირვებულ ორბიტებს. სასიკვდილო დარტყმა არისტოტელე/პტოლემეს თეორიაზე განხორციელდა 1609 წელს. სწორედ ამ წელს გალილეიმ ღამის ცაზე ახლადგამოგონილი ტელესკოპით დაიწყო დაკვირვება. ტელესკოპით პლანეტა იუპიტერზე დაკვირვებისას, გალილეიმ აღმოაჩინა, რომ პლანეტის გარშემო ბრუნავს რამდენიმე პატარა თანამგზავრი ან მთვარე. ეს ნიშნავდა, რომ ყველაფერი დედამიწის გარშემო არ ბრუნავს, როგორც ამას არისტოტელე და პტოლემე ფიქრობდნენ (ცხადია, ახლაც შეიძლება გჯეროდეს, რომ უძრავი დედამიწა მოთავსებულია ცენტრში და იუპიტერის