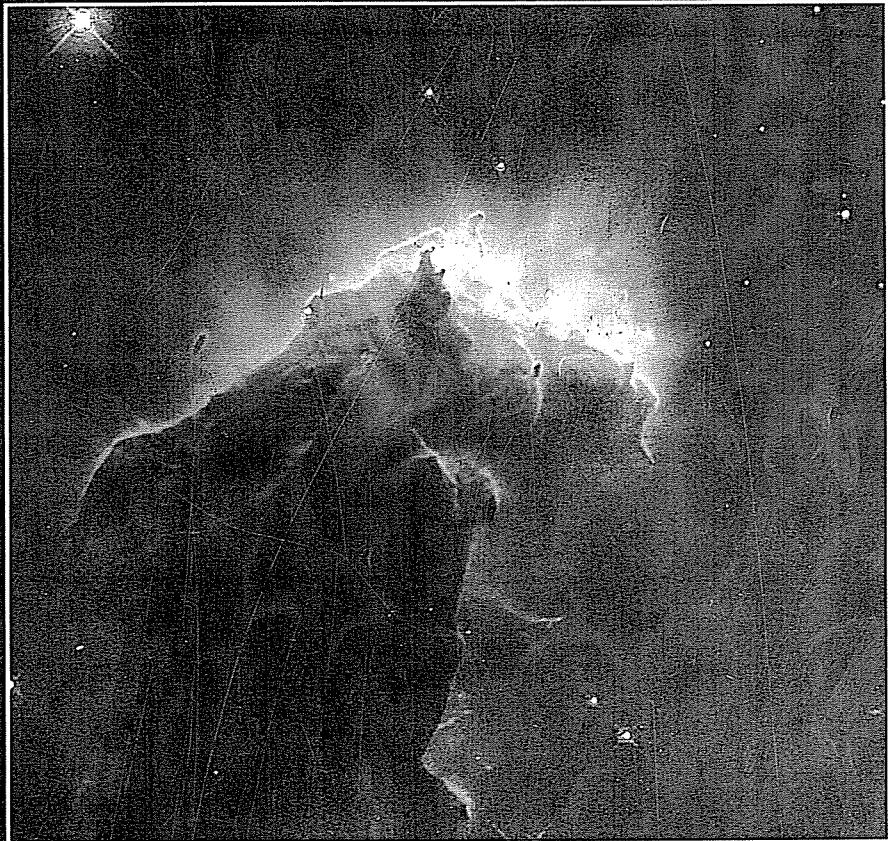


Stiven V. HOKING  
NJË HISTORI  
E SHKURTËR  
E KOHËS

*Nga Bing Bengu te Vrimate Zeza*



Libra për një shoqëri të hapur

BOTIMET TOENA

FONDACIONI SOROS

Stephen W. Hawking

NJË  
HISTORI  
E SHKURTËR  
E KOHËS

*Nga big bengu tek Vrimat e Zeza*

Përktheu nga Anglishtja:  
Ylli Popa

Librar per një shqipëri te hapur

Botimet Toëna,  
Fondacioni Soros  
Tiranë, 1997

**Ky libër i dedikohet Jane-s  
(Xheni-t)**

---

## PËRMBAJTJA

---

Falenderime	vi
Hyrje nga Carl Sagan	ix
1. Përfytyrimi ynë mbi gjithësinë	1
2. Hapësira dhe koha	15
3. Gjithësia që zgjerohet	35
4. Parimi i papëcaktueshmërisë	53
5. Grimcat elementare dhe forcat e natyrës	63
6. Vrimat e zeza	81
7. Vrimat e zeza nuk janë aq të zeza	99
8. Origjina dhe e ardhmja e gjithësisë	115
9. Shigjeta e kohës	143
10. Njësimi i fizikës	155
11. Konkluzione	171
Albert Einstein	177
Galileo Galilei	179
Isaac Newton	181
Fjalor termash	183
Tregues	189

---

## FALENDERIME

---

SAFETI

Mbas dhënies së leksioneve Loeb në Universitetin e Harvard-it në vitin 1982, unë vendosa të shkruaj një libër për publikun e gjërë mbi hapësirën dhe kohën. Tashmë qarkullon një numër i konsiderueshëm librash që flasin për fillimin e gjithësisë dhe për vrimat e zeza, libra të mrekullueshëm si : *Tre Minutat e Para* të gjithësisë i Steven Weinberg-ut deri tek librat e dobët që unë nuk do të dojë t'i përmend këtu. Megjithatë, asnjeri nga ata nuk i përgjigjet pikërisht atyre pyetjeve që mua më shtynë të bëj kërkime në fushën e kozmologjisë dhe në teorinë e kuanteve. Në ç'mënyrë dhe pse u krijua gjithësia? Ka fund gjithësia, dhe në qoftë se po, si do të ndodhi ky fund? Këto janë pyetje që na interesojnë të gjithëve. Por shkenca moderne është profilizuar aq shumë, sa vetëm një numër shumë i vogël specialistësh i kanë njojuritë e duhura matematikore për t'i dhënë përgjigje këtyre pyetjeve. Megjithatë, idetë themelore mbi origjinën dhe fatin e gjithësisë mund të jepen pa ndihmën e matematikës duke u bërë të kuptueshme edhe nga njerëzit që nuk kanë formimin e duhur shkencor. Kjo është ajo që unë u mundova të bëj në këtë libër, lexuesi le të gjykojë nëse ja kam arritur këtij qëllimi.

Dikush më sugjeroi se ç'do ekuacion i futur në libër do t'a përgjysonte numrin e librave të shitur. Prandaj vendosa të mos vë asnje ekuacion. Gjithsesi, më në fund vura vetëm një ekuacion të

famshëm të Einstein-it :  $E=mc^2$ . Shpresoj se kjo nuk do të trembi gjysmën e lexuesve të mij të mundëshëm.

Unë kam pasur fatin e keq të vuaj nga një sëmundje neuromotore (sëmundja e Lou Gehrig), por pothuajse në çdo drejtim tjetër fati më ka buzëqeshur. Ndihma dhe mbështetja që kam pasur nga bashkëshortja ime Jane, dhe nga fëmijët e mi, Robert, Lucy dhe Timmy më kanë lejuar të bëj një jetë pothuajse normale dhe të kem një karierë plotë sukses. Gjithashtu unë pata fatin që zgjodha fizikën teorike, sepse ajo e gjitha përpunohet në kokë. Kështu që sëmundja ime nuk përbënte ndonjë handikap të rëndësishëm. Kolegët e mi të punës që të gjithë më kanë ndihmuar shumë.

Në fazën e parë "klasike" të karierës sime, bashkëpunëtorët e mi kryesorë kanë qenë Roger Penrose, Robert Geroch, Brandon Carter dhe George Ellis. Unë u jam mirënjohës për ndihmën që më dhanë dhe për punën që këmi bërë së bashku. Kjo fazë përfundoi me botimin e librit "Makrostruktura e Hapësirë-kohës" që në bashkëpunim me Ellis e përfundua në vitin 1973. Unë nuk do t'i këshilloja lexuesit e këtij librit që të konsultohen me atë punim për informata të mëtejshme: ai është shumë i profilizuar nga ana teknike dhe krejt i pakuptueshëm. Shpresoj se, që nga ajo kohë unë kam mësuar si të shkruaj në mënyrë më të kuptueshme.

Në fazën e dytë, "kuantike" të punës time, që nga viti 1974, bashkëpunëtorët e mi kryesorë kanë qenë Gary Gibbons, Don Page dhe Jim Hartle. Unë u detyrohem shumë atyre si dhe studentëve të mi në punën kërkimore, të cilët më kanë ndihmuar shumë në kuptimin fizik dhe teorik të fjalës. Puna me studentët ka qenë një nxitje e madhe përmes mua dhe besoj se më ka ndihmuar për të ecur përpara në rrugën time.

Për këtë libër më ka ndihmuar shumë një nga studentët e mi Brian Whitt. Mbasi përfundova variantin e parë të këtij libri, në vitin 1985, u sëmura nga pneumonija dhe u detyrova t'i nënshtrohem operacionit të trakeostomisë gjë që më hoqi aftësinë për të folur dhe m'a bëri pothuaj të pamundur komunikimin me të tjerët. Mendova se do të isha i paaftë të mbaroja librin. Megjithatë, Brian-i jo vetëm më ndihmoi që t'a rishikoj atë, por ai gjithashtu më ndihmoi të përdor një program komunikimi të quajtur Living Center që më dhuroi Walt Woltosz i Words Plus Inc. në Sunnyvale, California. Me ndihmën e këtij aparati unë mund të shkruaj libra dhe artikuj dhe të flas me njerëzit duke përdorur një sintetizues të dhuruar nga Speech Plus, po nga Sunnyvale, California. Sintetizuesi dhe një kompjuter i vogël

personal u montuan në karrigen time me rrota nga David Mason. Ky sistem komunikimi më ka ndihmuar shumë, në të vërtetë tanë unë mund të komunikoj me mirë se para se të humbisja zërin.

Më janë bërë sugjerime si ta përmirësoj librin nga një numër i madh njerëzish që kanë lexuar variantin e parë. Në mënyrë të veçantë Peter Guzzardi, editorin tim në Bantam Books, më dërgoi faqe të tëra komentesh dhe pyetjesh rrëth çështjeve që ai mendonte se unë nuk i kisha shpjeguar qartë. Duhet t'a pranoj se unë u nevrikosa kur mora listën e tij të gjatë mbi gjërat që duheshin ndryshuar, por ai kishte të drejtë. Unë jam i sigurtë se ky libër u përmirësua shumë si pasojë e këmbënguljes së tij dhe nxitjes që më bëri për ta ripunuar.

U jam shumë mirënjoħes asistentëve të mi Colin Williams, David Thomas dhe Raymond Laflamme, sekretareve të mia Judy Fella, Ann Ralph, Cheryl Billington dhe Sue Masey, dhe ekipit tim të infermiereve. Asgjë nga këto nuk do të realizohej pa ndihmën që ju dha kërkimeve të mia dhe pa ndihmën financiare shëndetësore nga Gonville dhe Caius College, Science and Engineering Research Council dhe nga Fondacionet Leverhulme, McArthur, Nuffield dhe Ralph Smith. Unë u shpreh atyre gjithë mirënjoħjen time.

- Stephen Hawking  
20 Totor 1987

---

## H Y R J E

---

Preukupimet e jetës së përditshme shpeshherë na pengojnë që të kuptojmë botën që na rrethon. Ne mendojmë pak për makinen që gjeneron dritën e diellit, dhe që bën të mundur jetën në Tokë, për gravitetin që na tërheq drejt Tokës dhe që po të mungonte ne do të flakeshim në hapësirë, ose për atomet prej të cilëve jemi ndërtuar dhe nga qëndrueshmëria e të cilëve ne varemi. Me përjashtim të fëmijëve (që nuk dinë aq shumë sa të na bëjnë pyetje të vështira), pak nga ne harxhojnë shumë kohë pér të pyetur pse natyra është ashtu si ne e shohim, nga e ka prejardhjen Kozmosi, apo a ka ekzistuar gjithmonë si i tillë, nëse koha ndonjëherë do të rrjedhë së prapthi dhe nëse pasojat do të paraprijnë shkaqet, ose a ka fund njojja njerëzore. Madje ka edhe fëmijë, (unë kam takuar nga ata), që duan të dinë me çfarë ngjan një vrimë e zezë, kush është grimca më e vogël e materies, pse ne kujtojmë të kaluarën dhe jo të ardhmen, si ndodh që nëse kishte një kaos dje sot duket sikur ka rregull dhe pse ka një gjithësi .

Në shoqërinë tonë prindërit dhe mësuesit pyetjeve të tilla zakonisht ju përgjigjen duke ngritur supet ose duke ju drejtuar shpjegimeve fetare pothuajse të harruara. Disa ndjehen keq në biseda të kësaj natyre sepse ata tregojnë qartë kufijtë e njojjes njerëzore.

Por shumë ide të filozofisë dhe të shkencës kanë lindur nga pyetje të tillë. Një numër gjithnjë më i madh të rriturish dëshirojnë të bëjnë pyetje të këtij lloji, dhe në disa raste ata marrin përgjigje të habitshme. Të gjendur njëloj larg atomeve dhe yjeve, ne po zgjerojmë horizontin e kërkimeve tona për të kapur njëherësh pafundësisht të voglën dhe pafundësisht të madhen.

Në pranverën e vitit 1974, gati dy vjet përpara se sonda hapësinore Viking të ulej mbi Mars, mora pjesë në një takim në Angli, të organizuar nga Royal Society të Londrës kushtuar metodave të kërkimit të jetës jashtëtokësore. Gjatë një pushimi të shkurtër vura re se në sallën aty pranë mbahej një mbledhje me pjesëmarrje shumë më të gjerë. Kurioziteti më shtyu të hyj dhe shpejt kuptova se isha dëshmitar i një riti të vjetër, i pranimit të një anëtarit të ri të Royal Society, një nga shoqatat më të vjetra të dijetarëve të planetit. Në rradhën e parë një burrë i ri ulur në një karrocë me rrota nënshkruante shumë ngadalë emrin e vet në një libër që mbante në faqet e para firmën e Isaac Newton-it. Kur më në fund ai mbaroi pati një brohoritje prekëse. Stephen Hawking ishte tashmë një legjendë.

Hawking sot është Lucasian Professor of Mathematics në Cambridge University, post që mbahej dikur nga Newton-i dhe më vonë nga P.A.M. Dirac, dy eksplorues të shquar të pafundësisht të madhes dhe pafundësisht të voglës. Ai është pasardhës i tyre i denjë. Kështu, vepra e parë e Hawking-it përjospecialistët përmban kënaqësi të çdo lloji për lexuesin e thjeshtë. Libri mbart shkëndija të punës intelektuale të autorit, aq pasionante sa është e shumëllojshme në përbajtje. Ky libër është plot me zbulesa të shkëlqyeshme në kufijtë e fizikës, astronomisë, kozmologjisë dhe kurajos.

Eshë gjithashtu një libër mbi Zotin...ose ndoshta mbi mosqenien e Zotit. Fjala Zot mbush faqet e tij. Hawking i futet kërkimit për t'ju përgjigjur pyetjes së famshme të Einstein-it që donte të dinte nëse Zoti kishte mundësi të zgjidhte kur krijoi gjithësinë. Hawking përpinqet, dhe ai e thotë qartë këtë, të kuptojë mendimin e Zotit. Dhe kjo e bën akoma më të papritur konkluzionin e kësaj përpjekjeje, të paktën deri më sot, një gjithësi pa kufij në hapësirë, pa fillim ose fund në kohë, dhe Krijuesit nuk i mbetet asgjë pér të bërë.

— Carl Sagan  
Cornell University  
Ithaca, New York.

## PËRFYTYRIMI YNË MBI GJITHËSINË

Një shkencëtar i shquar (disa thonë se ishte Bertrand Russell), një ditë mbajti një konferencë mbi astronominë. Ai përshkruante sesi Toka rrullohej rreth Diellit dhe në ç'mënyrë Dielli, në shtegtimin e tij rrullohej rreth qendrës të një grumbullimi të madh yjesh që e quajmë Galaktika janë. Në mbarim të konferencës, nga fundi i sallës u ngrit një grua e moshuar, trupvogël dhe tha: "Ato që na the deri tashti janë profka. Në të vërtetë bota është e sheshtë dhë mbështetet mbi kurrizin e një breshke gjigante." Shkencëtari buzëqeshi me ironi përpara se të përgjigjej: "Po breshka ku është mbështetur?" - Je shumë i zgjuar djalosh, vërtet shumë i zgjuar, -tha zonja e moshuar. Por mbi një tjetër breshkë dhe kështu deri në fund!".

Shumë njerëzve, përfytyrimi i Gjithësisë tonë si një pirg i pa fund breshkash, mund t'u duket qesharak, por mos vallë ajo që dimë ne vlen më tepër? Çfarë dimë ne për gjithësinë dhe si e njohim atë? Nga e ka prejardhjen gjithësia dhe ku po shkon? A ka fillim gjithësia dhe nëse po, çfarë kishte përpara saj? C'natyrë ka koha? Do ketë ndonjëherë fund koha? Zbulimet e fundit në fizikë, që janë bërë të mundura, pjesërisht nga teknologji të reja dhe në sajë të mundësive të tyre fantastike, sugerojnë përgjigje për disa nga këto pyetje themelore. Ndonjë ditë këto përgjigje mund të na duken aq të qarta

sa dhe rrrotullimi i Tokës rrreth Diellit, - ose ndoshta aq qesharake sa një pирg me breshka. Vetëm koha (cilado qoftë ajo) do ta tregojë.

Që nga viti 340 para erës tonë, filozofi Grek Aristoteli, në librin e tij "Mbi qiellin", parashtri dy argumenta të fortë në favor të besimit se Toka kishte më tepër formë sferike se sa të sheshtë. Në rradhë të parë, ai e kishte kuptuar se eklipset e Hënës shkaktoheshin nga vendosja e Tokës ndërmjet Deillit dhe Hënës. Hija e Tokës mbi Hënën ishte gjithmonë e rrumbullakët, gjë që do të ndodhë vetëm në qoftë se Toka do të kishte formë sferike. Sikur Toka të ishte si një disk i sheshtë, hija do të ishte e stërgjatur dhe eliptike, me përjashtim të rasteve kur eklipsi shfaqet vetëm në çastin kur dielli ndodhet tamam mbrapa qendrës së diskut. Për më tepër Grekët e dinin nga lundrimet detare se Ylli Polar dukej më poshtë në horizont në zonat jugore se sa në veri. (Meqenëse Ylli Polar gjendet mbi polin e veriut, një vëzhgues i vendosur në pol do ta shikojë tamam mbi kokën e tij, kurse në ekuator ai do t'a shikojë të ndriçojë mbi horizont). Sipas diferencës së pozicioneve që zinte Ylli Polar në Egjipt dhe në Greqi, Aristoteli tashmë kishte llogaritur në mënyrë të përafërt se perimetri i tokës duhej të ishte 400.000 stade. Nuk dihet me saktësi cila ishte gjatësia e një stadi, por ka të ngjarë që ajo të ishte rrreth 200 metra gjë që e bën vlerësimin e Aristotelit rrreth 2 herë më të madh se ajo që ne pranojmë sot. Grekët kishin edhe një argument të tretë në favor të rrumbullakësisë së Tokës: si mund të shpjegohet ndryshe fakti që në horizont më parë duken velat e anijes dhe më vonë vetë anija?

Aristoteli mendonte se Toka është e palëvizshme dhe se Dielli, Hëna, planetet dhe yjet lëviznin në orbita rrrethore përqark Tokës. Ai mendonte kështu sepse sipas tij, për arsyemistike, Toka ndodhej në qendër të Gjithësisë dhe se lëvizja rrrethore përfaqëson përsosmërinë. Kjo ide u përpunua nga Ptolemeu në shekullin e dytë A.D. Në formën e një modeli të plotë kozmologjik. Toka qëndronte në qendër e rrrethuar nga 8 sféra që përbanin Hënën, Diellin, Yjet dhe 5 planetet që njiheshin në atë kohë: Mërkuri, Venusi, Marsi, Jupiteri dhe Saturni (fig.1.1.). Planetet nga ana e tyre lëviznin në rrrethe më të vegjël në sférat përkatëse, dhe kjo për të kuptuar trajktoret planetare shumë komplekse që vihen re në qiell. Sféra më e jashtme përbante yjet e

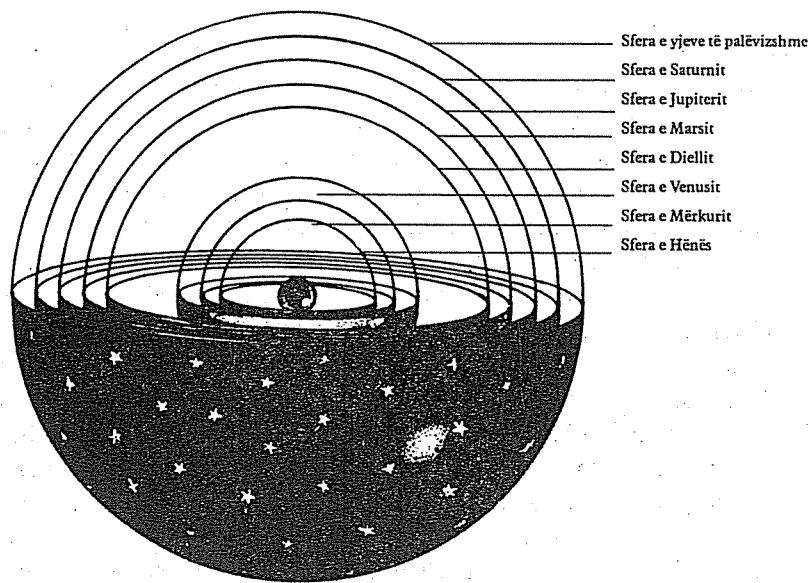


Fig. 1.1

palëvizshëm, që ruanin të njëjtën pozitë në raport me njeri-tjetrin, por që rrotullohenin të gjithë së bashku. Çfarë kishte përtej sferës së fundit, askush nuk e dinte, por me siguri ajo nuk bënte pjesë në Gjithësinë e dukshm për njerëzimin.

Modeli i Ptolemeut jepte një sistem relativisht të sigurtë për të parashikuar pozitën e trupave qiellor në qiell. Por, me qëllim që parashikimet e tij të përputheseshin drejt me vëzhgimet e bëra, Ptolemeu dha hipotezën se Hëna ndiqte një trajektorë që nganjëherë e afronte atë dy herë më afër Tokës se herë të tjera. Kjo do të thoshte, që në këto raste Hëna do të na dukej dy herë më e madhe se zakonisht. Ptolemeu ishte i ndergjegjshëm për këtë të metë. Megjithatë modeli i tij në për gjithësi u pranua, por jo nga të gjithë. Ai u adoptua nga kisha e krishterë si një perfytyrim i Gjithësisë që përputhej me Shkrimet e Shenjta, sepse ai kishte avantazhin e madh që të linte shumë hapësirë përtej sferës të yjeve të palëvizhme, si për paraqisen ashtu dhe përferrin.

Megjithëatë, një model më i thjeshtë u propozua në vitin 1514 nga një prift Polak, Nikolla Koperniku (në fillim, ndoshta nga frika se mos akuzohej si heretik e digjët nga kisha e tij, Koperniku modelin

e tij e publikoi pa emër). Sipas mendimit të tij Dielli qëndronte në qendër të Gjithësisë, ndërsa Toka dhe planetet lëviznin në orbita rrethore përqark tij. Kaloi rreth një shekull përpara se kjo hipotezë të merrej seriozisht. Më vonë, dy astronomë, njeri gjerman - Johan Kepler, dhe italianni tjetër - Galileo Galilei, filluan ta mbroni publikisht teorinë e Kopernikut, pavarësisht nga fakti se orbitat që ajo parashikonte nuk përputheshin me saktësi me vëzhgimet e bëra. Goditja përfundimtare e teorisë së Aristotelit dhe Ptolemeut erdhë në vitin 1609. Në këtë vit Galileu fillon të vëzhgojë qiellin e natës me një teleskop që sapo ishte zbuluar. Duke vëzhguar planetin Jupiter, Galileu zbuloi se ai shqerohej nga disa satelitë të vegjël, ose "hëna", që vërtiteshin rreth tij. Prej këndej rrođhi supozimi se jo gjithçka detyrimisht duhej të rrotullohej rreth Tokës, ashtu si kishin menduar Aristoteli dhe Ptolemeu. (Sigurisht akoma ishte e mundur të besoje se Toka qëndronte e palëvizshme në qendër të Gjithësisë dhe se "hënati" e Jupiterit përshkruanin trajektorë jashtëzkonisht të komplikuara përqark Tokës, duke krijuar iluzionin e rrotullimit rrëth Jupiterit). Megjithatë teoria e Kopernikut ishte shumë më e thjeshtë. Në të njëjtën kohë, Johan Kepler kishte modifikuar teorinë e Kopernikut, duke sugjeruar se planetet nuk bënin lëvizje rrethore, por eliptike (elipsi është një rrëth i shypur). Më në fund parashikimet përputheshin me vëzhgimet.

Sipas mendimit të Keplerit, orbitat eliptike përbënin thjesht një hipotezë ad-hoc, dhe madje të pakëndëshme, sepse elipsat ishin shumë më pak perfekte se rrathët. Duke zbuluar pothuaj aksidentalisht se orbitat eliptike përputheshin mirë me vëzhgimet e bëra, Kepleri nuk mund t'i pajtonte ato me idenë e tij se planetët rrotulloheshin rrëth Diellit si pasojë e forcës magnetike. Shpjegimi u gjet shumë kohë më vonë, në vitin 1687, kur Sir Isaac Newton botoi veprën e tij *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, ndoshta punimi më i rendësishëm që është botuar ndonjëherë në fizikë nga një njeri i vetëm. Në këtë punim, Newton-i parashtron jo vetëm teorinë që shpjegon lëvizjen e trupave në hapësirë dhe në kohë, por ai gjithashtu përpunon matematikën komplekse, të nevojshme për analizën e këtyre lëvizjeve. Përveç kësaj, Newton-i propozoi ligjin e gravitacionit Universal sipas të cilit të gjithë trupat qiellore në gjithësi tërheqin njëri-tjetrin me një forcë që është aq më e madhe sa më të mëdhenj janë trupat qiellore dhe sa më afër janë ato me njëri-tjetrin. Është pikërisht kjo forcë që shkakton rënien e objekteve në Tokë

(Historia, sipas së cilës Newton-i ka qenë frysmauar nga një mollë, që e goditi në kokë, është shumë e dyshimtë. E vërteta sipas vetë Newton-it është se ideja mbi gravitacionin i erdhi kur ai qëndronte ulur "duke menduar" dhe "se ajo ishte shkaktuar nga rënia e një molle në tokë). Më tutje Newton-i tregoi se ishte pikërisht gravitacioni përgjegjës për lëvizjen eliptike që bënte hëna rrëth Tokës dhe planetet rrëth Diellit.

Modeli Kopernikan i braktisi sferat qiellore të Ptolemeut dhe së bashku me to, edhe idenë se gjithësia ka një kufi. Meqenëse yjet e palëvizëshëm "nuk dukej t'a ndryshon pozitën e tyre - me përjashtim të lëvizjeve rrëtulluese nëpër quell, si pasojë e rrëtullimit të Tokës rrëth boshit të vet, - ishte e natyrshme të supozohej se ato ishin objekte të përngjashme me Diellin tonë, por shumë më larg se ai.

Njutoni e kishte kuptuar se, sipas teorisë së tij të gravitacionit, yjet duhej të tërhojnë njëri-tjetrin, dhe se ato nuk ishin të palëvizëshëm. Ekzistonte mundësia që ato të binin të gjithë së bashku në një pikë të caktuar? Në një letër drejtuar Richard Bentley në vitin 1691, një tjeter mendimtar i dëgjuar i kohës, Newtoni argumenton se një gjë e tillë mund të ndodhë vetëm në qoftë se do të kishte, një numër të kufizuar yjesht të shpërndarë në një zonë të kufizuar të Gjithësisë. Por, nga ana tjetër, ai kishte llogaritur se, nëse ata do të ishin në një numër të pafundëm të shpërndarë pak a shumë në mënyrë të njëjtë në një hapësirë pa kufi, një gjë e tillë nuk do të ndodhë, sepse nuk do të ekzistonte asnje pikë qendrore drejt së cilës ato mund të binin. Ky argument është një shembull i kurtheve që ne hasim kur flasim për infinitin. Në një Gjithësi të pafundme, çdo pikë mund të konsiderohet si qendër, sepse çdo pikë ka një numër infinit yjesht përreth saj. Zgjidhja e drejtë, gjë që u arrit shumë kohë më vonë, është që të llogarisësh një gjendje të përcaktuar, në të cilën të gjithë yjet bien njëri mbi tjetrin dhe pastaj të shtrosh pyetjen sesi do të ndryshoheshin gjërat në qoftë se do të shtoheshin gjithmonë më shumë yje të shpërndarë pak a shumë në mënyrë të njëjtë jashtë kësaj zone. Sipas ligjit të Njutonit yjet që shtohen nuk dukej të shkaktonin as ndryshimin më të vogël nga gjendja e mëparshme, dhe të gjithë duhet të binin po aq shpejt. Le të shtojmë sa yje të duam, ato do të shëmbeshin gjithnjë mbi qendrën e tyre. Ne e dimë sot, që është e pamundur të ketë një model statik të gjithësisë së pafundme në të cilin gravitacioni të jetë gjithnjë têrheqës.

Eshtë me rëndësi të shënohet se, në atmosferën e përgjithshme

të mendimit që paraprinte shekullin XX askujt nuk i shkoi ndërmend se gjithësia mund të zgjerohej ose të tkurrej. Nëpër gjithësi pranohej mendimi se gjithësia ka ekzistuar përgjithmonë në një gjendje të pandryshuar, ose ajo ka qenë krijuar në një kohë të caktuar në të kaluarën pak a shumë ashtu si e shikojmë ne sot. Pjesërisht kjo mund të lidhet me prirjen e njerëzve për të besuar në të vërtetat e përhershme, por edhe me ngushëllimin që u jep mendimi se edhe pse ata mund të plaken dhe të vdesin gjithësia është e përhershme dhe e pandryshueshme.

Edha ata që e kishin kuptuar se teoria e Newton-it mbi gravitetin tregonte se Gjithësia nuk mund të ishte statike, nuk u shkoi ndërmend të sugjeronin mundësinë e zgjerimit të saj. Përkundrazi ata u munduan ta modifikonin teorinë duke e konsideruar forcën e gravitacionit si një forcë shtytëse në largësia shumë të mëdha. Kjo gjë nuk ndryshonte në mënyrë të ndjeshme parashikimet e tyre mbi lëvizjen e planetave, por lejonte që një numër i pafund yjesht të mbaheshin në ekuilibër të qëndrueshëm - ku forcat tërheqëse që ushtrohen ndërmjet yjeve të afërm kondërballancohen nga forcat shtytëse të yjeve të largët. Megjithëatë, ne sot e dimë se, një ekuilibër i tillë do të ishte i paqëndrueshëm në qoftë se yjet e një zone çfarëdo i afrohen sadopak njëri-tjetrit, forcat tërheqëse do të shtohen derisa të mbizotërojnë forcat shtytëse, dhe për pasojë yjet do të vazhdojnë të shëmben njëri mbi tjetrin. Nga ana tjetër, në qoftë se yjet do t'i largoheshin lehtësisht njëri-tjetrit, forcat shtytëse do të mbizotëronin dhe do t'i largonin edhe më tepër.

Një vërejtje tjetër mbi gjithësinë e pafundme statike mendohet se është bërë nga filozofi gjerman Heinrich Olbers, i cili ka shkruar rrëth kësaj teorie në vitin 1823. Në të vërtetë, shumë bashkëkohës të Njutonit e kishin ngritur këtë problem, dhe artikulli i Olbers-it nuk ishte më i vetmi që përmbante argumente të besueshme kundër tij. Megjithatë ai ishte i pari që u komentua gjërësisht. Vështirësia qëndron në faktin se në një Gjithësi pafund-statike praktikisht të gjitha drejtëzat e shikimit duhet të përfundojnë në sipërfaqen e një ylli. Në këtë mënyrë do të duhej që i gjithë qelli të ishte po aq i ndritshëm sa dhe Dielli, madje edhe natën. Kundërgjigjet i Olbers-it ishte se drita e yjeve të largët duhet të dobësohej si pasojë e përvitësueshme nga lënda ndëryjore. Megjithatë, në qoftë se kjo ndodhë, lënda ndëryjore mund të nxehet aq shumë deri sa të shkëltqente aq ndritshëm sa yjet. Mënyra e vetme për të mënjanuar konkluzionin se i gjithë qelli i natës duhet të jetë po aq i ndriçuar sa dhe sipërfaqja e

Diellit, do të ishte të pranoje se yjet nuk kanë ndriçuar përgjithmonë, por janë ndezur në një kohë të caktuar në të kaluarën. Në këtë rast, lënda ndëryjore mund të mos ketë pasur mundesi të ngrohej në mënyrë të mjaftueshme, ose drita e yjeve të largët, akoma të mos ketë pasur kohë të arrijë tek ne. Kjo na çon në pyetjen se kush e shkaktoi ndezjen fillestare të yjeve.

Lindja e Gjithësisë, me siguri është diskutuar shumë kohë më parë. Sipas disa teorive kosmologjike të kaluara dhe në përputhje me traditën Hebraike/Kristiane/Muslimane), gjithësia u krijua në të kaluarën në një kohë të caktuar dhe jo shumë të largët. Në favor të një lindjeje të tillë qëndronte bindja se ishte e nevojshme të kishte një "Shkak Fillestar" për të shpjeguar ekzistencën e saj. (Brenda gjithësisë, gjithmonë një ngjarje shpjegohet si pasojë e një ngjarjeje tjetër të mëparshme, por ekzistanca e vet gjithësisë mund të shpjegohet në këtë mënyrë vetëm në qoftë se ao ka pasur një fillim në të kaluarën). Një argument tjetër ka qenë parashtuar nga Shën Augustini në librin e tij, "*Qyteti i Perëndisë*". Ai vë në dukje se qytetërimi zhvillohet në mënyrë të vazhdueshme dhe njerëzit mbajnë mend atë që ka kryer një vepër të madhe ose ka bërë një zbulim teknik. Kështu njeriu ndoshta dhe vetë Gjithësia nuk do të mund të ekzistonin prej shumë kohësh. Shën Augustini pranon datën prej rreth 5000 vjetësh para Krishtit për krijimin e Gjithësisë, në përputhje me librin e Gjenezës. (Eshtë interesante të kujtojmë se kjo nuk është shumë larg nga periudha e akullnajës së fundit që mbaroi rreth 10.000 vjet para Krishtit, datë që sipas arkeologëve, shënon fillimin e vërtetë të qytetërimit tonë).

Aristoteli, si dhe shumë nga filozofët e tjerë grekë, nuk e pëlqente idenë e krijimit sepse ajo kërkonte hapur ndërhyrjen e perëndisë. Prandaj ai besonte se raca njerëzore dhe bota që e rrethon atë, kanë ekzistuar dhe do të ekzistojnë gjithmonë. Të parët tanë tashmë e pranonin vlerën e argumentit mbi zhvillimet e përshtakuara më sipër dhe pranonin se në të kaluarën ka pasur përblyje periodike ose kataklizma të tjera që në mënyrë të përsëritur e kanë kthyer mbrapa racën njerëzore në fillimet e civilizimit të vet.

Pyetjet nëse Gjithësia ka pasur një fillim në kohë dhe nëse ajo është e kufizuar në hapësirë, më vonë u trajtuan gjerësisht nga filozofi Immanuel Kant në veprën e tij monumentale (dhe shumë të errët). "*Kritika e Arsyes së kulluar*", publikuar në vitin 1781. Këto pyetje ai i quajti antinomi (dmth kontradikta) të arsysë të kulluar sepse ai

vlerëson se kishte argumenta po aq të forta në favor të tezës të një gjithësie që ka pas një fillim dhe të antitezës së tij se gjithësia ka egzistuar gjithmonë. Argumenti i tij në favor të tezës, ishtë, se sikur gjithësia të mos kishte pasur një fillim, do duhej të kishte një periudhë të pafund kohe përpara çdo ngjarjeje, gjë që ai e kuante absurde. Në favor të antitezës, ai sillte argumentin se sikur gjithësia të kishte pasur një fillim, do të ekzistonte një periudhë e pafund kohe përpara këtij fillimi atëhere dhe në këtë rast pse duhej të fillonte gjithësia në një kohë të caktuar? Në të vërtetë teza dhe antiteza e tij janë po e njëjtë gjë. Ato janë bazuar të dyja në hipotezën kantiane të paformular të një kohe që shkon pafundësish në të kaluarën pavarësisht nëse Gjithësia ka ekzistuar gjithmonë ose jo. Sikurse do t'a shikojmë më poshtë, koncepti i kohës nuk ka asnje kuptim përpara lindjes së Gjithësisë. Kjo ka qenë theksuar për herë të parë nga Shën Augustini. Pyetjes: Çfarë bënte Perëndia përpara se të krijonte gjithësinë? Ai nuk ju përgjigji: Ai përgatiste Ferrin për ata që bëjnë pyetje të tillë. Në vend të kësaj, ai preferoi të thoshte se koha ishte një singularitet e Gjithësisë që krijoi perëndia, dhe se koha nuk ka ekzistuar përpara fillimit të Gjithësisë.

Në kohën kur shumë njerëz besonin në një Gjithësi statike dhe të pandryshueshme, pyetja nëse ajo kishte një fillim ose jo, i interesonte vetëm metafizicienëve ose teologëve. Vëzhgimet e bëra mund të mbështesin në mënyrë të njëllotë teorinë se gjithësia ka ekzistuar gjithmonë, ose teorinë se ajo është vënë në lëvizje në një kohë të caktuar, në mënyrë të tillë që të duket sikur ka egzistuar përgjithmonë. Por në vitin 1929 Edwin Hubble bëri një zbulim shumë të rëndësishëm: kudo që të hedhim sytë galaktikat e largëta largohen nga ne me shpejtësi të madhe. Me fjalë të tjera gjithësia është duke u zgjeruar. Kjo do të thotë se shumë kohë më parë, trupat qiellore kanë qenë më afër njëri-tjetrit. Në të vërtetë, duket se ka qenë një kohë, rreth 10 ose 20 miliardë vjet më parë kur ato gjendeshin të gjithë në të njëtin vend dhe kur për pasojë, dendësia i gjithësisë, praktikisht ishte i pafund. Ky zbulim shtroi përpara shkencës problemin e fillimit të gjithësisë.

Vëzhgimet e Hubble-s sugjeruan se në të kaluarën ka ekzistuar një kohë, që u quajt big beng, kur Gjithësia ka qenë pafundësish e vogël dhe pafundësish e ngjeshtur. Në rrëthana të tillë, të gjitha ligjet e fizikës, për pasojë çdo mundësi për të parashikuar të ardhmen do të shëmbeshin. Sikur përpara kësaj kohe të kishin ndodhur ngjarje, ato

nuk do të kishin pasur ndonjë ndikim mbi ngjarjet që ndodhin në kohën e sotme. Qenia e tyre mund të injorohet sepse ato nuk do të kishin pasoja të vëzhgueshme. Mund të thuhet se koha ka filluar me big bengun, në kuptimin që kohët para tij do të ishin thjesht të papërcaktueshme. Theksojmë faktin se ky fillim në kohë ndryshon shumë nga ato që janë studiuar deri më sot. Në një Gjithësi të pandryshueshme fillimi në kohë kërkon ndërhyrjen e një fuqije që ndodhet jashtë Gjithësisë; nuk ka asnjë domosdoshmëri fizike për një fillim të tillë. Mund të imagjinohet se Perëndia e krijoj Gjithësinë thjeshtë në çdo moment në të kaluarën. Nga ana tjetër, nëse Gjithësia është duke u zgjeruar, mund të ketë pasur arsyet fizike për fillimin e saj. Akoma mund të imagjinohet se Perëndia e krijoj Gjithësinë në çastin e Big Bengut, ose mbas tij në mënyrë të tillë që të duket sikur me të vërtetë ka pasur një Big Beng, por do të ishte fare pa kuptim të supozosh se ai u krijua përrpara se të ndodhët big-bengu. Një Gjithësi në zgjerim nuk përashton ndërhyrjen e një krijuesi, por ajo përcakton çastin kur ky i fundit do të mund ta kryente veprën e tij!

Për të diskтуar rreth natyrës së Gjithësisë dhe për të ekzaminuar pyetjet mbi fillimin dhe fundin e saj, ne duhet të shpjegojmë se çfarë është një teori shkencore. Të marrim për shembull opinionin naiv sipas të cililit një teori është një model i Gjithësisë (oše një pjesë e kufizuar e Gjithësisë) dhe një grup rregullash që vënë në raport sasitë që rezultojnë nga modeli me vëzhgimet tona. Ajo nuk ekziston veçse në mendjen tonë dhe nuk mund të ketë realitet tjetër (pavarësisht nga kuptimi i saj). Një teori është e vlefshme në qoftë se ajo përbush dy kushte: të përshkruajë me saktësi një kategori të gjerë vëzhgimesh mbi bazën e një modeli që përban vetëm pak elemente arbitrale, dhe të bëj parashikime të sakta rreth rezultateve të vëzhgimeve të ardhshme. Për shembull teoria e Aristotelit sipas së cilës çdo gjë përbëhet nga katër elemente, Toka, Ajri, Zjarri dhe Uji, ishte mjaft e thjeshtë për të bërë përshkrime, por ajo nuk arrinte të bënte parashikime të sakta. Teoria e gravitacionit e Newton-it bazohej në një model edhe më të thjeshtë, sipas të cililit trupat tërheqin njërit-tjetrin me një forcë proporcionale me masën e tyre dhe invers

proporcionale me katorin e largësi s që i ndan. Megjithatë ky model parashikon lëvizjet e Diellit, Hënës dhe planeteve me një shkallë të lartë saktësije.

Çdo teori fizike është gjithmonë e përkohshme në kuptimin se ajo është vetëm një hipotezë: asnjë nuk mund t'a vërtetojë atë. Nuk ka rëndësi sa shpesh rezultatet e eksperimenteve përputhen me një teori të dhënë. Ju nuk mund të jeni kurrë i sigurtë se rezultati i eksperimentit të mëvonshëm nuk do të bjerë në kundërshtim me teorinë në fjalë. Nga ana tjetër, ju mund t'a kundërshtonit një teori duke u bazuar madje në një vëzhgim të vetëm i cili nuk përputhet me parashikimet e saj. Siç ka theksuar filozofi i shkencës Karl Popper, një teori e mirë karakterizohet nga fakti se ajo bën një numër të caktuar parashikimesh që në parim mund të mos vërtetohen ose të rezultojnë të gabuara nga vëzhgimi. Sa herë që eksperimentet e reja do të mbështesin parashikimet, teoria do të bëhet më e besueshme, dhe besimi ynë në të do të shtohet, por sikur një vëzhgim i vetëm të mos përputhet me teorinë, atëherë ne duhet t'a braktisim ose t'a ndryshojmë atë. Të paktën kështu besohet se duhet të ndodhë, por jo gjithmonë duhet të dyshoni në aftësitë e personit që ka bërë vëzhgimin në fjalë.

Në praktikë, ajo që ndodh më shpesh është se një teori e rëshikohet në të vërtetë si një vazhdim i teorisë së mëparshme. Për shembull vëzhgime shumë të sakta mbi planetin Mërkur zbuluan një ndryshim të vogël ndërmjet lëvizjes së tij dhe parashikimeve të teorisë së gravitacionit të Newton-it. Teoria e përgjithshme e relativitetit e Einstein-it parashikonte një lëvizje pak më të ndryshme nga teoria e Newton-it. Fakti që parashikimet e Einstein-it përputheshin me vëzhgimet, ndërsa ato të Newton-it nuk përputheshin, ishte një nga vërtetimet rrënjosore të teorisë së re. Megjithatë, për qëllime praktike, ne akoma përdorim teorinë e Newton-it, sepse diferenca ndërmjet parashikimeve të saj dhe atyre të teorisë së përgjithshme të relativitetit është shumë e vogël në rrëthanat e punës sonë të përditshme (teoria e Newton-it ka gjithashtu një përparësi të madhe sepse manipulohet më lehtë se ajo e Einstein-it).

Qëllimi i fundit i shkencës është që të zbulojë një teori të vetme që të përshkruaj gjithësinë në tërësinë e saj. Megjithatë shumë shkencëtarë e ndajnë problemin në dy pjesë. Nga njëra anë janë ligjet e fizikës që na shpjegojnë si ndryshon gjithësia me kohën (në qoftë se ne dimë se ç'pamje ka gjithësia në çdo çast të caktuar, këto ligje të

fizikës na tregojnë ç'pamje do të ketë ajo në të ardhmen). Nga ana tjetër është problemi i gjendjes fillestare të gjithësisë. Disa mendojnë se shkenca duhet të merret vetëm me pjesën e parë; problemin e gjendjes fillestare, ata e shikojnë si një çështje që i përket metafizikës ose fesë. Kjo do të thotë se Perëndija, duke qenë e plotfuqishme ka vënë në lëvizje gjithësinë sipas tekave të saj. Kjo mund të ketë ndodhur kështu, por në këtë rast, Perëndija mund ta kishte zhvilluar edhe në një mënyrë tjetër krejtësisht arbitrale. Megjithatë, ajo duket se zgjodhi evolucionin e gjithësisë në një mënyrë krejt të rregullt, duke u bazuar në disa ligje. Duket pra, po aq e arsyeshme të supozohet se ka pasur gjithashtu ligje që kanë rregulluar gjendjen e saj fillestare.

Kuptohet se është shumë vështirë të gjesht një teori që ta përshkruajë gjithësinë në një mënyrë të vetme. Në vend të kësaj, ne preferojmë ta ndajmë problemin në pjesë më të vogla dhe të zbulojmë një numër të caktuar teorish të pësshme, ku secila prej tyre përshkruan dhe parashikon një klasë të kufizuar vëzhgimesh, duke neglizhuar efektet e shumë të tjerave, ose duke i përfaqësuar ato me seri të thjeshta numrash. Mund të ndodhë që kjo mënyrë gjykimi të jetë krejtësisht e gabuar. Në qoftë se gjithëcka në gjithësi varet nga çdo gjë tjetër në një mënyrë fondamentale, do të ishte e pamundur t'i afroheshe zgjedhjes së plotë duke shqyrtuar pjesët përbërëse të problemit në mënyrë të izoluar. Megjithatë, kjo është rruga që ne kemi ndjekur dhe kemi bërë përparime në të kaluarën. Shembulli klasik është prapë teoria Newtonian-e e gravitacionit, e cila na tregon se forcat gravitacionale ndërmjet dy trupave përcaktohen vetëm nga masa e tyre, por nga ana tjetër është e pavarur nga përbërja e trupave. Në këtë mënyrë nuk është e nevojshme të kesh një teori mbi strukturën dhe përbërjen e Diellit dhe planeteve për të llogaritur orbitat e tyre.

Në kohën e sotme shkencëtarët e përshkruajnë gjithësinë sipas dy teorive të veçanta themelore - teoria e përgjithshme e relativitetit dhe mekanika kuantike. Këto përbëjnë arritjet e mëdha intelektuale të gjysmës së parë të këtij shekulli. Teoria e përgjithshme e relativitetit përshkruan forcën e gravitetit dhe strukturën e gjithësisë në shkallë të madhe, domethenë strukturën me madhësi prej vetëm disa kilometrash deri në madhësi prej një milion, milion, milion, milion (nga 1 me 24 zero mbas tij) kilometra, që është madhësija e gjithësisë së dukshëme. Mekanika kuantike, nga ana tjetër merret me dukuritë në një shkallë jashtëzakonisht të vogël, siç është një e milionta e një

të miliontës të një centimetri. Fatkeqësisht këto dy teori mbahen si të papajtushme dhe pra nuk mund të jenë të drejta njëkohësisht. Një nga përpjekjet më të mëdha në fizikë sot, si dhe tema madhore e këtij libri është hulumtimi për një teori të re që do t'i përfshijë të dyja ato - një teori kuantike të gravitetit. Ne akoma nuk e zotërojmë një teori të tillë, dhe akoma mund të jemi larg saj, por ne tashmë dimë shumë mbi veçoritë që ajo duhet të ketë. Dhe ne do të shohim, në kapitujt e tjerë, se ne tashmë dimë shumë gjëra rrëth parashikimeve që duhet të bëj teoria kuantike e gravitetit.

Në qoftë se ju mendoni se gjithësia nuk është arbitrar, por qeveriset nga ligje të sakta, në fund të fundit ju duhet të kombinoni teoritë tqë është veçanta në një teori krejtësisht të njësuar që do të përshkruajë gjithçka në gjithësi. Por ka një paradoks themelor në kërkimin e një teorie të tillë krejtësisht të njësuar. Njohuritë mbi teoritë shkencore që u përshkruan më sipër supozojnë se ne jemi qenie të arsyeshme, të lira ta vëzhgojmë gjithësinë sipas dëshirës dhe të bëjmë deduksione logjike duke u nisur nga ajo që shikojmë. Në një skemë të tillë është e arsyeshme të supozosh se ne mund t'i afrohemë edhe më tepër ligjeve që drejtojnë gjithësinë tonë. Megjithatë në qoftë se me të vërtetë ka një teori krejtësisht të njësuar ajo gjithashtu ka të ngjarë të përcaktojë veprimet tona. Në këtë mënyrë, vetë teoria duhet të përcaktojë rezultatin e hulumtimit që ne bëjmë për të. Dhe si do të përcaktonte ajo se ne do të arrijmë në konkluzione të drejta? Nuk mund ajo të përcaktonte gjithashtu të kundërtën? Ose që ne të mos arrijmë asgjë?

Përgjigja e vetme që unë mund t'i jap këtij problemi, bazohet në parimin e seleksionimit natyral të Darvinit. Ideja është si më poshtë: në çdo popullatë organizmash të afta që të riprodhohen do të ketë ndryshime në materialin gjenetik dhe në formimin e çdo individi. Këto diferenca do të tregojnë se disa individë janë më të aftë se të tjerët që të nxjerrin konkluzione të drejta mbi botën që i rrëthon dhe të veprojnë në përputhje me to. Duke patur më shumë mundësi se të tjerët për të mbijetuar dhe për t'u riprodhuar, tipi i tyre i sjelljes dhe i mendimit do të bëhen zotërues. Në të kaluarën me siguri ka qenë e vërtetë se ajo që ne quajmë inteligjencë dhe zbulim shkencor ka qenë një përparsësi në favor të një mbijetese. Nuk është aq e qartë nëse një gjë e tillë është akoma e vërtetë në ditët tona: zbulimet tona shkencore mund edhe të na shkatërojnë, madje edhe po të mos ndodhët një gjë

e tillë, një teori krejtësisht e njësuar mund të mos i ndryshojë ndonjë gjë të madhe kësaj situatë. Megjithatë me kusht që gjithësia të jetë zhvilluar në mënyrë të rregullt, ne mund të presim që aftësitë arsyetuese që na ka dhënë seleksionimi natyral do të ishin të vlefshme edhe në hulumtimet tona për një teori krejtësisht të njësuar, dhe kështu nuk do të na lejonin të arrinim në konkluzione të gabuara.

Meqenëse teoritë e pjesshme që ne tashmë zotërojmë janë të mjaftueshme për të bërë parashikime të sakta në të gjitha situatat (me përjashtim të atyre ekstreme) hulumtimi për teorinë përfundimtare të gjithësisë, duket i vështirë për t'u justifikuar në nivelin praktik. (Megjithatë ia vlen të theksohet se argumenta të ngjashme mund të kishin qënë përdorur si kundër teorisë së relativitetit ashtu dhe kundër mekanikës kuantike, dhe se këto teori na kanë dhënë energjinë bërthamore si dhe revolucionin e mikroelektronikës!). Zbulimi i një teorie krejtësisht të njësuar, pra mund të mos jepë ndonjë ndihmë në mbijetesën e species tonë. Madje ajo mund të mos ketë ndonjë ndikim mbi mënyrën tonë të jetesës. Por asnjëherë, që nga agimi i qytetërimit, njerëzit nuk janë pajtuar me ngjarje të pakuptimita dhe të pashpjegueshme. Ata gjithmonë kanë qenë të etur për të kupltuar ligjet e fshehta që rregullojnë botën ku ne jetojmë. Ne akoma sot dëshirojmë të dimë pse jemi këtu dhe nga kemi ardhur. Kjo dëshirë për të njojur bashkëudhëtare e njerëzimit, është një justifikim i mjaftueshëm që kërkimi ynë të vazhdojë. Dhe qëllimi ynë nuk është tjetër veçse përshkrimi i plotë i gjithësisë në të cilën jetojmë.

# 2

## HAPËSIRA DHE KOHA

Njohuritë tona të sotme mbi lëvizjen e trupave datojnë nga koha e Galileut dhe Newton-it. Përpara tyre, njerëzit besonin Aristotelin, kur ky i fundit thoshte se gjendja natyrale e një trupi është qetësia dhe se ai nuk vihet në lëvizje vecse nën veprimin e një force ose të një shtytjeje. Nga kjo rezultonte se një objekt i rëndë duhej të binte më shpejt se një objekt i lehtë, sepse ai i nënshtrohej një têrheqje më të madhe drejt Tokës.

Tradita Aristoteliane gjithashtu thoshte se të gjifha ligjet që sundoojnë Gjithësinë mund të zbulohen vetëm me anën e të menduarit: vërtetimi me anën e vëzhgimit nuk ishte i nevojshëm. Gjithashtu askush deri në kohën e Galileut nuk kishte marrë mundimin të vërtetonte nëse objektet me pesha të ndryshme, me të vërtetë binin me shpejtësi të ndryshme. Thonë se Galileu tregoi se Aristoteli gabohej kur lëshonte nga maja e kullës së pjerrët të Pizës objekte me peshë të ndryshme. Historia, pothuajse me siguri është e pasaktë dhe Galileu duhet ta ketë provuar këtë gjë duke rrokullisur topa me peshë të ndryshme në një terren jo shumë i pjerrët. Situata është e përngjashme me atë të trupave të rëndë që bien në mënyrë vertikale, por ajo është më e lehtë për t'u vëzhguar mbasi shpejtësitet janë më të vogla. Matjet e Galileut treguan se çdo trup e rrit shpejtësinë e rënjes në të njëjtën masë, pavarësisht nga pesha e tij. Për shembull,

në qoftë se lëshon një top mbi një sipërfaqe me pjerrësi që zurret një metër në çdo 10 metra, topi do ta kryejë zbritjen e tij me një shpejtësi prej një metri në sekondë mbas sekondës së parë, dy metra në sekondë mbas sekondës së dytë, dhe kështu në vazhdim, pavarisht nga pesha e topit. Sigurisht, pesha më e madhe rrokulliset më shpejt se një peshë më e vogël, por kjo vetëm për shkak se një peshë e lehtë ngadalësohet nga rezistenca e ajrit. Në qoftë se lëshon dy trupa me peshë të ndryshme, ku rezistenca e ajrit ndaj tyre nuk është e madhe, ata do të bijen me të njëjtën shpejtësi.

Matjet e Galileut u përdorën nga Newton-i si bazë e ligjeve të tij mbi lëvizjen. Në eksperimentet e Galileut, një trup që rrokulliset mbi një sipërfaqe të pjerrët gjithmonë i nënshtronhet të njëjtës forcë (pesha e tij) veprimi i së cilës do ta shtonte në mënyrë konstante shpejtësinë e tij. Kjo tregon se veprimi i vërtetë i një force është gjithmonë që të ndryshojë shpejtësinë e një trupi, se sa thjesht ta vejë atë në lëvizje, sikurse mendohej më parë. Kjo do të thotë gjithashtu, se kur një trup nuk i nënshtronhet asnjë force, ai vazhdon të zhvendoset në vijë të drejtë me të njëjtën shpejtësi. Ky nacion, për herë të parë u theksua në veprën “*Principia Mathematica*” të Newton-it, botuar në vitin 1687 dhe ajo njihet me emrin “Ligji i parë i Newoton-it”. Ajo që pëson një trup kur një forcë vepron mbi të shpjegohet nga “Ligji i dytë i Newtonit”: trupi do të shpejtohet (shpejtësi e tij do të ndryshojë në mënyrë të vazhdueshme) proporcionalisht me intensitetin e forcës. (shembull; për një forcë dy herë më të madhe, nxitimi do të jetë dy herë më i madh). Nxitimi do të jetë gjithashtu më i vogël në qoftë se masa e trupit (sasia e lëndës) është më e madhe (e njëjta forcë që vepron mbi një trup me masë dy herë më të madhe do të shkaktojë gjysmën e nxitimit). Një shembull i njohur është ai i një viture; sa më i fuqishëm është motori, aq më i madh është nxitimi, por sa më e rëndë është vetura, aq më i vogël do të jetë nxitimi për të njëtin motor.

Përveç ligjit të tij mbi lëvizjen, Newtoni zbuloi një ligj që pëershruan forcën e gravitetit, që thotë se çdo trup tërheq një trup tjetër me një forcë që është proporcionale me masën e çdo trupi. Kështu, forca që vepron ndërmjet dy trupave A dh B duhet të jetë dy herë më e madhe në qoftë se njëri nga trupat (për shembull trupi A) do të kishte një masë dy herë më të madhe. Një gjë të tillë duhet pritur, sepse trupi i ri A, në fakt përbëhet nga dy trupa që kanë secili masën fillestare dhe ku secili tërheq trupin B në përpunë me forcën fillestare. Pra, forca totale ndërmjet A dhe B duhet të jetë sa dyfishi i forcës fillestare. Në qoftë se ndonjëri nga trupat do të kishte një masë të dyfishtë dhe tjetri një masë të trefishtë nga ajo e fillimit, atëherë

forca tërheqëse do të ishte gjashtë herë më e madhe. Tani kuptohet pse të gjithë trupat bien me të njëjtën shpejtësi: një trup që ka një peshë dy herë më të madhe do t'i nënshtrohet një force gravitacionale që e shtyn tëposhtë me shpejtësi të dyfishtë, por nga ana tjetër ai do të ketë gjithashtu edhe një masë të dyfishtë. Sipas ligjit të dytë të Newton-it, këto dy efekte do të anullojnë njëri-tjetrin, dhe kështu nxitimi do të jetë i njëjtë në të gjitha rastet.

Ligji i Newton-it mbi gravitetin thonë gjithashtu se sa më larg të gjenden trupat nga njëri-tjetri aq më shumë do të dobësohet forca e tyre tërheqëse. Ai thotë gjithashtu se tërheqja gravitacionale e një ylli mbi një trup është e barabartë me çerekun e atij të një ylli tjetër të përngjashëm që ndodhet në gjysmën e largësi s të këtij trupi. Ky ligj parashikon me saktësi të madhe orbitat e Tokës, të Hënës dhe të planeteve. Në qoftë se tërheqja gravitacionale e një ylli do të zvogëlohej në përpjestim të drejtë me rritjen e largësi s së tij (dhe jo me një të katërtën e largësi s), orbitat e planeteve nuk do të ishin eliptike, por nëpërmjet një lëvizjeje spirale ato do të binin mbi Diellin. Në qoftë se ajo do të zvogëlohej me ngadalë, forcat gravitacionale të yjeve të largët do të mbizotëronin mbi ato të Tokës.

Ndryshimi i madh ndërmjet ideve të Aristotelit dhe atyre të Galileut dhe të Newton-it është se Aristoteli besonte në një gjendje preferenciale qetësie që çdo trup do të ruante në qoftë se ai nuk do t'i nënshtrohej ndonjë force ose ndonjë shtytjeje. Në mënyrë të veçantë ai mendonte se Toka ndodhet në gjendje qetësive. Por sipas ligjeve të Newton-it nuk ka standarte të vetme qetësive. Mund të thuhet një lloj se trupi A është në qetësi, dhe se trupi B lëviz me shpejtësi konstante në raport me trupin A, ose se trupi B është në qetësi dhe se është trupi A ai që lëviz. Për shembull: të harrojmë për një çast rrötullimin e Tokës dhe orbitën e saj rrëth Diellit, mund të themi njëlloj se Toka është në qetësi dhe se treni që udhëton në sipërfaqen e saj shkon drejt veriut me 150 km/orë, ose është treni që ndodhet në qetësi dhe Toka që lëviz drejt jugut me 150 km/orë. Në qoftë se në këtë tren do të bëhen eksperimente mbi rënjen e trupave, të gjithë ligjet e Newton-it do të ruhen. Për shembull, duke luajtur ping-pong do të zbulohet se topi do t'i bindet ligjeve të Newton-it njëlloj si një top mbi një tavolinë të vendosur anës rrugës. Kështu nuk ka një metodë për të përcaktuar se kush është në lëvizje, treni apo Toka.

Mungesa e një kriteri absolut mbi qetësinë do të thotë se ne nuk jemi në gjendje të përcaktojmë nëse dy ngjarje që kanë ndodhur në kohë të ndryshme kanë ndodhur në të njëjtën pozicion në hapësirë.

Për shembull, supozojmë se topi jonë i ping-pongut në tren kërcen në drejtim vertikal, duke goditur tavolinën në të njëtin vend në një interval prej një sekonde. Për dikë që ndodhet në rrugë, të dy kërcimet do të duken sikur ndodhin në një interval prej 40 metrash nga njëri tjetri sepse ndërkohë treni do të ketë rrëshqitur më tutje në shinat e tij. Mungesa e qetësisë absolute do të thotë pra, se një ngjarjeje nuk mund t'i përcaktosh një pozicion absolut në hapësirë, sikurse besonte Aristoteli. Lokalizimi i ngjarjeve dhe largësia ndërmjet tyre do të ndryshonin kështu, për një person në tren nga ajo e vlerësuar nga një tjetër që ndodhej në rrugë, dhe nuk do të kishte asnjë arsye a përparësi të "preferoje" më tepër pozitën e njërit në raport me atë të tjetrit.

Njutoni ishte shumë i mërzitur nga kjo mungesë e lokalizimit absolut, ose e hapësirës absolute, sepse kjo nuk përputhej me nocionin e tij të një Perëndie absolute. Në të vërtetë, ai refuzoi ta pranojë megjithëse ajo nënkuptohej nga ligjet e tij. Ai u kritikua rëndë për këtë besim iracional nga shumë njerëz dhe në mënyrë të veçantë nga Peshkopi Berkeley, një filozof që mendonte se të gjitha objektet materiale, hapësira dhe koha janë një iluzion. Kur të famshmit Dr.Johnson i folën për këtë mendim të Berkeley-t, ai thirri "Unë e mohoj atë kështu!" dhe qëlloi me këmbë një gur të madh.

Aristoteli dhe Newton-i besonin që të dy në një kohë absolute. Pra ata mendonin se ishin në gjendje të përcaktonin me saktësi intervalin e kohës që ndan dy ngarje nga njëra-tjetra dhe se ky interval do të jetë i njëjtë pavarësisht nga personi që e kryen, më kusht që të përdoret një orë e mirë. Koha ishte akoma plotësisht e ndarë dhe e pavarur nga hapësira. Sot akoma pjesa më e madhe e njerëzve e konsiderojnë si një opinion të arsyeshëm. Megjithatë, ne kemi qenë të detyruar të ndryshojmë mendimet tona mbi hapësirën dhe kohën megjithëse këto nocione që ne na duken të drejta funksionojnë mirë kur bëhet fjalë për sende të tilla si kokrrat e mollës ose planetet që lëvizin relativisht ngadalë, ato nuk funksionojnë aspak për gjërat që lëvizin me shpejtësinë e dritës, ose afér saj.

Drita lëviz me një shpejtësi të përcaktuar por shumë të madhe; kjo u zbulua për herë të parë në 1676 nga astronomi danez Ole Christensen Roemer. Ky vuri re se zhdukja e "hënave" të Jupiterit mbropta këtij planeti nuk ishin të ndara njëloj në kohë, sikurse pritej nëqoftë se hënati do të orbitonin me shpejtësi konstante. Meqenëse Toka dhe Jupiteri rrrotullohen rrëth Diellit, largësia ndërmjet dy planeteve ndryshon. Roemer vuri re se eklipset e "hënave" të Jupiterit

bëheshin gjithmonë më të vonuara sa më larg ndodhej Toka nga planeti gjigant. Ai tregoi se kjo ndodhë për shkak se drita e këtyre "hënave" duhej të udhëtonte më gjatë për të na arritur kur ne ndodheshim më larg. Matjet e ndryshimeve të largësi s ndërmjet Tokës dhe Jupiterit, që ai kishte bërë duke mos qenë shumë të sakta, për shpejtësinë e dritës ai dha vlerën prej rrëth 200.000 km/sek. Ndërsa vlera moderne është prej 300 000 km/sek. Rezultati i arritur nga Roemer jo vetëm që demonstrroi se drita përhapet me një shpejtësi të caktuar, por edhe përcaktoi vlerën e kësaj shpejtësie, gjë që u arrit plot 11 vjet përpëra botimit të "*Principia Mathematica*" të Newton-it.

Një teori e vërtetë mbi përhapjen e dritës u përpunua vetëm në vitin 1865, kur fizikanti britanik James Clerk Maxwell arriti të njësojë teoritë e pjesshme që deri në atë kohë ishin përdorur për të përshkruar forcat e elektricitetit dhe të magnetizmit. Ekuacioni i Meksuelliut parashikonte mundësinë e ekzistencës së perturbullimeve në formë vale në fushën e kombinuar elektro-magnetike, dhe se këta të fundit mund të përhapen me një shpejtësi të dhënë, si rrathët e ujit në sipërfaqen e një pellgu. Në qoftë se gjatësia e valës të këtyre valëve (distanca ndërmjet kreshtës së një vale dhe valës tjeter që e pason) është e barabartë me një metër ose më shumë, atëherë bëhet fjalë për atë që ne sot i qujmë valët radio. Gjatësi vale më të shkurtra njihen si mikrovalë (disa centimetra) ose infrakuqe (më shumë se një e dhjetëmijta e centimetrit). Drita e dukshme me sy ka një gjatësi vale që përfshihet ndërmjet të 40-të dhe të 80-të miljontën e centimetrit. Gjatësi vale akoma më të vogla kanë rrezet ultraviolet, rrezet X dhe rrezet gama.

Teoria e Meksuelliut parashikonte se valët radio ose ato atë dritës përhapen me një shpejtësi të pëcaktuar mirë. Por teoria e Newton-it e braktisi npcionin e qetësisë absolute, prandaj në qoftë se drita supozohet të përhapet me një shpejtësi të dhënë, do të duhej të tregohej se në raport me çfarë kjo shpejtësi e dhënë është përcaktuar. U fol për një substancë të quajtur "eter", e pranishme gjithandej, madje edhe në hapësirën "bosh". Valët e dritës duket se përhapen nëpër eter si valët e zërit që përhapen në ajër, dhe shpejtësia e tyre do të vlerësohet pra në raport me këtë mjedis. Vëzhgues të ndryshëm në lëvizje në raport me eterin do ta shikonin dritën të vinte drejt tyre me shpejtësi të ndryshme por shpejtësia e dritës në raport me eterin do të mbetej fikse. Në mënyrë të veçantë, meqë Toka lëviz në eter, në orbitën e saj rrëth Diellit shpejtësia e dritës e matur në drejtim të lëvizjes së Tokës

në eter (kur ne zhvendosemi në drejtim të burimit të dritës) duhet të jetë më e madhe se shpejtësia e dritës pinguleme këtë lëvizje (kur ne nuk lëvizim drejt burimit të dritës). Në vitin 1887 Albert Michelson (që më vonë do të jetë i pari amerikan që mori çmimin Nobel në fizikë) dhe Edward Morley bënë një eksperiment shumë të hollësishëm në Case School of Applied Science në Cleveland. Ata kahasuan shpejtësinë e dritës në drejtim të lëvizjes së Tokës dhe pingul me këtë lëvizje. Për habinë e tyre të madhe ata gjetën dy vlera krejtësisht identike!

Ndërmjet viteve 1887 dhe 1905 u bënë shumë tentativa, veçanërisht ajo e fizikanit holandez Hendrik Lorentz, për të shpjeguar rezultatet e eksperimentit të Michelson-Morley në lidhje me objektet që tkurreshin dhe orëve që ecnin më ngadalë kur lëvizin nëpër eter. Megjithatë, në një artikull të famshëm që u publikua në vitin 1905, një nëpunës deri në atë kohë i panjohur i zyrës së patentave në Zvicër, Albert Einstein, vuri në dukje se e gjithë ideja mbi eterin ishte e panevojshme me kusht që të braktiset ideja e kohës absolute. Një vërejtje e përngashme u bë disa javë më vonë nga një matemeticien i madh francez, Henri Poincaré. Argumentet e Einstein-it ishin më afér fizikës se ato të Poincaré-s i cili e trajtonte këtë problem nga ana matematike. Einstein-it i njihet merita për krijimin e teorisë së re, por Poincaré kujtohet për kontributin që lidhet me një pjesë të rëndësishme të saj.

Postulati themelor i teorisë së relativitetit, siç u quajt ajo, ishte se ligjet e shkencës duhet të jenë të njëjta për të gjithë vëzhguesit që lëvizin lirisht, pavarësisht nga shpejtësia e lëvizjes. Kjo ishte e vërtetë për ligjet Newtonian-e të lëvizjes, por tanë, kjo ide zgjerohej deri në përfshirjen e teorisë së Maxwell-it dhe të shpejtësisë së dritës; çdo vëzhgues do të duhej të përcaktojë të njëjtën shpejtësi të dritës, pavarësisht nga shpejtësia e zhvendosjes së tyre. Kjo ide e thjeshtë ka disa pasoja të rëndësishme. Ndoshta nga më të njoburat është ekuivalanca e masës me energjinë, që përbidhet në ekuacionin e famshëm të Einstein-it  $E=mc^2$  (ku  $E$  është energjia,  $m$  është masa dhe  $c$  shpejtësia e dritës), dhe ligji që thotë se asgjë nuk mund të zhvendoset më shpejt se drita. Si pasojë e ekuivalencës ndërmjet energjisë dhe masës, energjia që përmban një objekt gjatë lëvizjes do të cojë në rritjen e masës së tij, dhe për pasojë ai do të ketë akoma më shumë vështirësi për të shtuar shpejtësinë. Ky efekt është i rëndësishëm vetëm për objektet që zhvendosen me shpejtësi të afërtë

me atë të dritës. Për shembull, me 10% të shpejtësisë së dritës, masa e një objekti është vetëm 0, 5% më e madhe se masa fillestare, atëherë kur në 90% të shpejtësisë së dritës, masa e objektit do të shtohet më tepër se dy herë. Kur i afrohet shpejtësisë së dritës, masa e objektit do të shtohet gjithmonë më shpejt, në mënyrë të tillë që ai do të kërkojë një energji gjithmonë më të madhe për të lëvizur gjithmonë më shpejt. Ai nuk do të mundë kurrë të arrijë shpejtësinë e dritës, sepse në këtë mënyrë masa e tij do të duhej të ishte e pafund dhe përsye të ekivalencës ndërmjet masës dhe energjisë së tij, kjo do t'i kërkonte një sasi të pafund energjie që të arrijë aty. Për këtë arsy, çdo objekt normal kufizohet përgjithmonë nga relativiteti që të lëvizë me shpejtësi më të vogla se ajo e dritës. Vetëm drita, ose valë të tjera që nuk kanë masë mund të lëvizin me shpejtësinë e dritës.

Një pasojë tjetër e rëndësishme e relativitetit është ndikimi që ai ka dhënë mbi revolucionarizimin e mendimeve tona mbi hapësirën dhe kohën. Në teorinë e Newton-it, kur një shkrepëtimë drite flakëron nga një vend në tjetrin, vëzhgues të ndryshëm do jenë të njëjtë mendim mbi kohën që ka zgjatur rruga e kryer (duke e ditur se koha është absolute), por nuk do të janë gjithmonë dakord mbi largësi n që drita ka përshkuar (duke e ditur që hapësira nuk është absolute). Meqenëse shpejtësia e dritës përcaktohet nga largësia që ajo ka përshkuar pjestuar me kohën që i është dashur ta kryejë atë, vëzhgues të ndryshëm do të duhej të llogaritnin shpejtësi të ndryshme përdritën. Në përputhje me teorinë e relativitetit, nga ana tjetër, të gjithë vëzhguesit duhet të janë dakord mbi shpejtësinë e dritës. Megjithatë ata nuk janë të njëjtë mendim në lidhje me largësi n e përshkruar po ashtu ata nuk duhet të kenë të njëtin mendim mbi kohëzgjatjen e udhëtimit. (Kjo kohëzgjatje nuk është tjetër, veçse largësia që drita ka përshkuar-mbi të cilën vëzhguesit nuk janë dakort-pjesëtar me shpejtësinë e dritës-mbi të cilën ata janë dakort). Me fjalë të tjera, teoria e relativitetit i ka dhënë fund idesë së kohës absolute! Kështu del qartë se çdo vëzhgues duhej të kishte matësen e vet të kohës, të konkretizuar nga një orë që ai e mbante me vehte, dhe kjo orë identike, në duart e vëzhguesve të ndryshëm, mund të mos tregonte të njëjtën gjë.

Çdo vëzhgues do mund të përdorte radarin për të përcaktuar ku dhe kur ka ndodhur një ngjarje duke dërguar një flesh drite ose radiovalë. Një pjesë e fleshit kthehet mbrapa në pikën e nisjes dhe vëzhguesi mat kohën në të cilin ai merr sinjalin. Koha e ngjarjes supozohet të jetë sa gjysma e kohës që ju desh sinjalit të shkojë dhe të kthehet në pikënisje: largësia e ngjarjes është sa gjysma e kohës që u

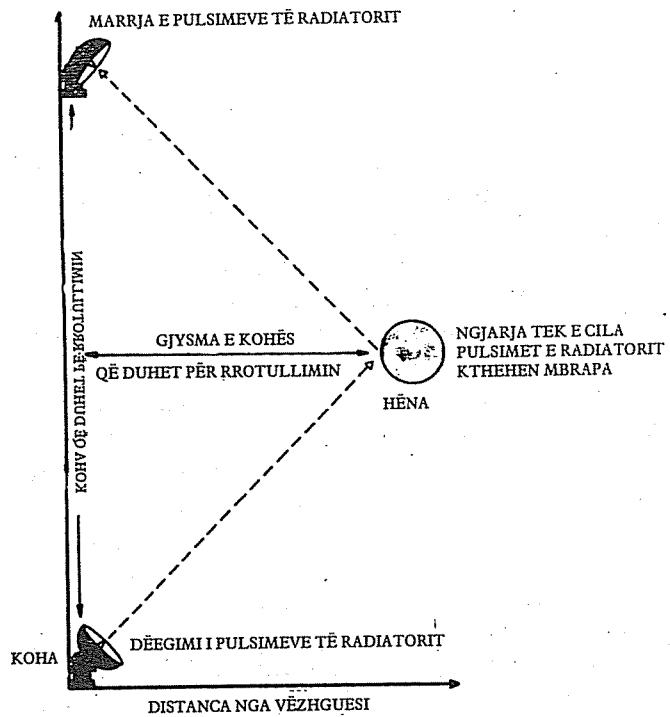


FIG. 2.1 Koha matet vertikalish dhe distanca nga observuesi matet horizontalisht. Rruga e observuesit në hapësirë dhe kohë tregohet me një vertikale në të majtë. Rrugët e rrezeve të dritës për tek dhe nga ngjarja janë vijat diagonale.

harxhua për këtë udhëtim shkuar dhe ardhur, shumëzuar me shpejtësinë e dritës. (Nga kjo pikëpamje, një ngjarje është diçka që ndodh në një pikë të caktuar të hapësirës, në një çast të përcaktuar në kohë). Kjo ide është ilustruar në Fig.2.1 me shembullin e një diagramë hapësirë-kohë. Duke përdorur këtë metodë, vëzhguesit që lëvizin në raport me njëri-tjetrin do të përcaktojnë kohë dhe pozicionë të ndryshme për të njëjtën ngjarje. Asnjë matje e një vëzhguesi të veçantë nuk do të jetë më e saktë se ajo e një tjetri, por të gjitha matjet janë të lidhura me njëra-tjetrën. Çdo vëzhgues mund të gjejë me saktësi kohën dhe pozitën që çdo vëzhgues tjetër do të përcaktojë për një ngjarje, me kusht që ai të njoftë shpejtësinë relative të vëzhguesit tjetër.

Sot ne e përdorim këtë metodë për të matur largësia t me saktësi, pasi ne mund të masim kohën më me saktësi se sa gjatësinë. Në fakt, metri përkufizohet si largësia e përshkuar nga drita në 0, 0000000335640952 sekonda, sipas matjeve të bëra me një orë

ceziumi. (Arsyeja e një numri të tillë të veçantë është se ai përpushton me përkufizimin historik të metrit, dy shenja në një shufër platini që ruhet në Paris). Në mënyrë ekuivalente, mund të përdorim një njësi të re gjatësie më praktike, që quhet sekondë-dritë. Në mënyrë absolute ajo përcakton largësi n që drita pëershkon në një sekondë. Në teorinë e relativitetit, ne sot largësia t i përkufizojmë në raport me kohën dhe shpejtësinë e dritës ku në mënyrë automatike rezulton se çdo vëzhgues do të përcaktojë të njëjtën shpejtësi të dritës (sipas përkufizimit, një metër për 0, 00000003335640952 sekonda). Nuk ka nevojë të futet idea e një eteri, prania e të cilit megjithatë nuk është zbuluar sikurse e ka treguar eksperimenti i Michelson-Morley. Megjithatë, teoria e relativitetit na detyron që t'i ndryshojmë në mënyrë rrënjesore mendimet tonë mbi hapësirën dhe kohën. Ne duhet ta pranojmë se koha nuk është e ndarë plotësisht dhe nuk është e pavarur nga hapësira, por është e gërshtuar me të pér të formuar një objekt të quajtur hapësirë-kohë.

Në praktikën e përditshme, pozita e një pike në hapësirë mund të përshkruhet me tre numra ose koordinata. Për shembull, mund të thuash se një pikë në një dhomë gjendet dy metra larg njërit mur, një metër larg murit tjetër dhe 1,5 metra mbi dysheme. Gjithashtu mund të specifikohet që një pikë ndodhet në një gjerësi të caktuar, në një gjatësi të caktuar dhe një lartësi të caktuar mbi nivelin e detit. Mund të përdoren të gjitha koordinatat e përshtatshme, megjithëse ato kanë një vlerë të kufizuar. Eshtë e pamundur të specifikohet pozita e Hënës me kilometra në veri dhe në perëndim të Piccadilly Circus dhe me metra mbi nivelin e detit. Nga ana tjetër, do të jetë më lehtë të përkufizohet në raport me largësinë nga Dielli, me largësinë nga plani i orbitave të planetave dhe këndi ndërmjet drejtëzës që bashkon Hënën me Diellin dhe asaj që bashkon Diellin me një yll të afërt, si për shembull, Alpha Centauri. Madje edhe këto koordinata mund të mos kenë shumë vlerë për të përshkruar pozitën e Diellit në galaktikën tonë ose pozitën e galaktikës tonë në grupin e galaktikave lokale. Në fakt, e gjithë gjithësia mund të përshkruhet si një koleksion shtresash të mbivendosura. Në secilën prej këtyre mund të përdoret një grup i ndryshëm prej tre koordinatash për të specifikuar pozitën e një pike.

Një ngjarje është diçka që ndodh në një pikë të caktuar të hapësirës dhe në një kohë të veçantë. Gjithashtu ajo mund të specifikohet me anën e katër numrave ose koordinatave. Përsërisim edhe një herë se zgjedhja e koordinatave është arbitrare; mund të përdoren çdo lloj koodinatash hapësinore të përcaktuara mirë dhe

çdo lloj matje kohe. Në teorinë e relativitetit nuk ka një dallim të vërtetë ndërmjet koordinatave të hapësirës dhe të kohës, ashtu sikurse nuk ka ndonjë ndryshim të vërtetë ndërmjet dy koordinatave të hapësirës. Mund të zgjidhet një grup i ri koordinatash në të cilin koordinata e parë hapësinore supozojmë se do të ishte një kombinim i koordinatave të vjetra të para dhe të dyta. Për shembull, në vend që të përcaktosh pozitën e një pike mbi Tokë në kilometra në perëndim të Picadilly, mund të përdoren kilometrat në veri-lindje të Picadilly dhe kilometrat në veri-perëndim të Picadilly. Po ashtu, sipas relativitetit mund të përdoret një koordinatë e re kohe që do të ishte koha e vjetër(në sekonda) plus largësia (në sekonda drite) në veri të Picadilly.

Shpeshherë është e vlefshme të mendohen të katër koordinatat e një ngjarjeje si përcaktuese të pozitës së saj në një hapësirë katër-përmasore të quajtur hapësirë-kohë. Eshtë e pa mundur të imagjinohet një hapësirë katër-dimensionale. Unë personalisht e kam shumë të vështirë ta përfytyroj hapsirën tri-dimensionale! megjithatë, nuk është e vështirë të ndërtosh diagramet e hapësirës dy-dimensionale, si për shembull të sipërfaqes së Tokës (sipërfaqja e Tokës është dypërmasore sepse pozita e një pike mund të specifikohet nga dy koordinata gjerësia dhe gjatësia). Në përgjithësi unë do të përdorja diagrama në të cilat koha rritet vertikalisht dhe ku një nga përmasat hapsinore do paraqitet horizontalisht. Dy përmasat e tjera hapësinore do të neglizhohen ose nga një herë, njëri prej tyre do të paraqitet në perspektivë (këto janë quajtur diagramet, hapësirë-kohë, si në Fig.2.1)

Për shembull në figurën 2.2, koha është paraqitur vertikalisht në vite dhe largësia gjatë drejtëzës që bashkon Diellin me Alpha Centauri-n nëpër hapësirë-kohë paraqiten si vija vertikale në anën e majtë dhe të djathtë të diagramës. Një rreze e dritës së Diellit ndjek një drejtim diagonal dhe i duhen katër vjet që të arrijë tek Alpha Centauri.

Sikurse e pamë, ekuacionet e Maxwell-it parashikonin që shpejtësia e dritës duhej të ishte e njëjtë pavarësisht nga shpejtësia e burimit, dhe kjo është vërtetuar nga matjet e sakta. Nga kjo rezulton se po të lëshohet një shkrepëtimë drite në një kohë të caktuar dhe në një pikë të caktuar të hapësirës, atëherë me kalimin e kohës ajo do të përhapet si një sferë drite, madhësia dhe pozita e së cilës janë të pavarura nga shpejtësia e burimit. Mbas një të miliontë e sekondës drita do të jetë e përhapur në formën e një sfere me një rreze prej

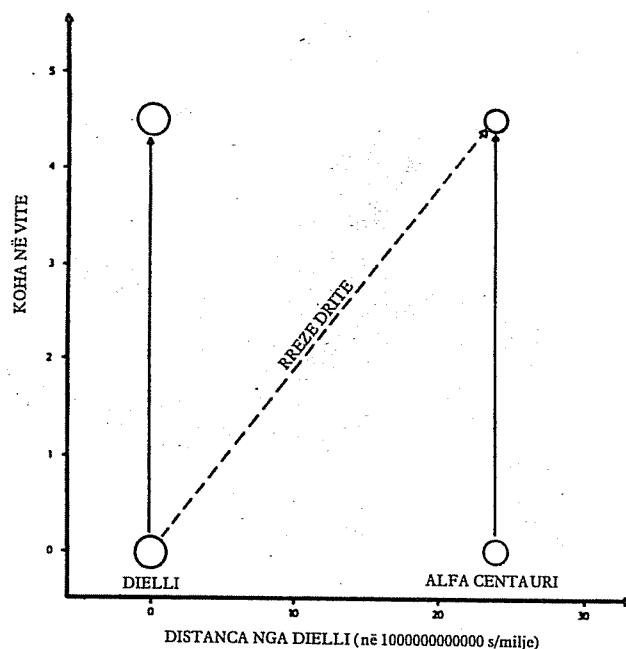


FIG 2.2

treqind (300)metrash; mbas dy të miliontave të sekondës, rrezja do të arrijë në gjashtëqind (600) metra; dhe kështu më tutje. është diçka e përngajshme me rrathët që përhapen në sipërfaqen e një pellgu me ujë kur një gur hidhet në të. Valët përhapen në formën e një rrathi që zmadhohet me kalimin e kohës. Po të përfytyrosh një model tri-përmasor të përbërë nga sipërfaqja dy-përmasore e pellgut dhe nga një përmasë e kohës, valët rrethore që përhapen do të formojnë një kon maja e të cilit gjendet në vendin dhe kohën ku guri goditi sipërfaqen e ujit (Fig.2.3). Po ashtu, drita që përhapet nga një ngjarje formon një kon tri-përmasor në hapësirë-kohën katër-përmasore. Ky kon quhet koni i dritës së ardhshme të ngjarjes. Në të njëjtën mënyrë ne mund të ndërtojmë një kon tjetër të quajtur koni i dritës së shkuar, i cili është grupi i ngjarjeve nga ku një shkrepëtimë drite mund të arrijë ngjarjen në fjalë (Fig.2.4).

Konet e dritës së shkuar dhe të ardhme të një ngjarjeje  $P$  e ndan hapësirë-kohën në tre zona (Fig. 2.5). E ardhma absolute e ngjarjes është zona që ndodhet brenda konit të dritës së ardhme të  $P$ .

PËRHAPJA E RRATHËVE

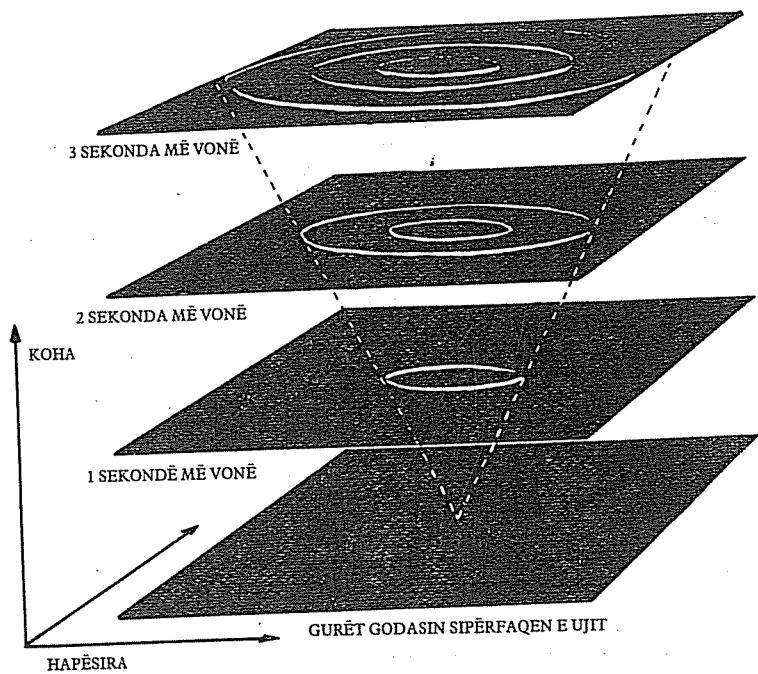


FIG. 2.3

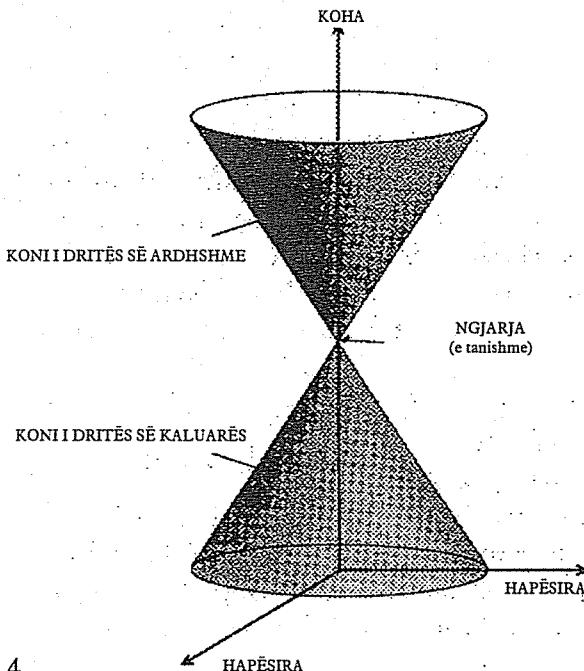


FIG. 2.4.

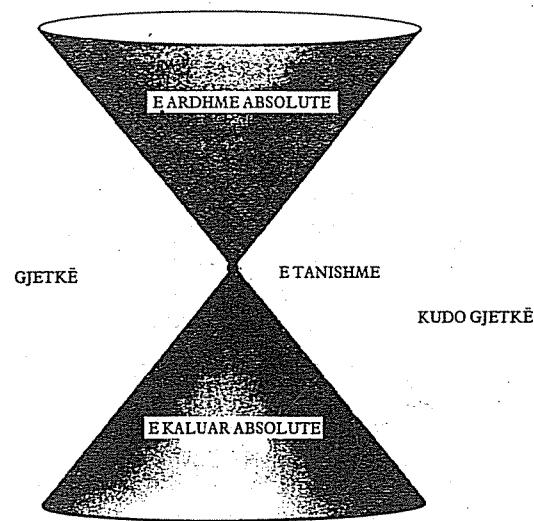


FIG. 2.5

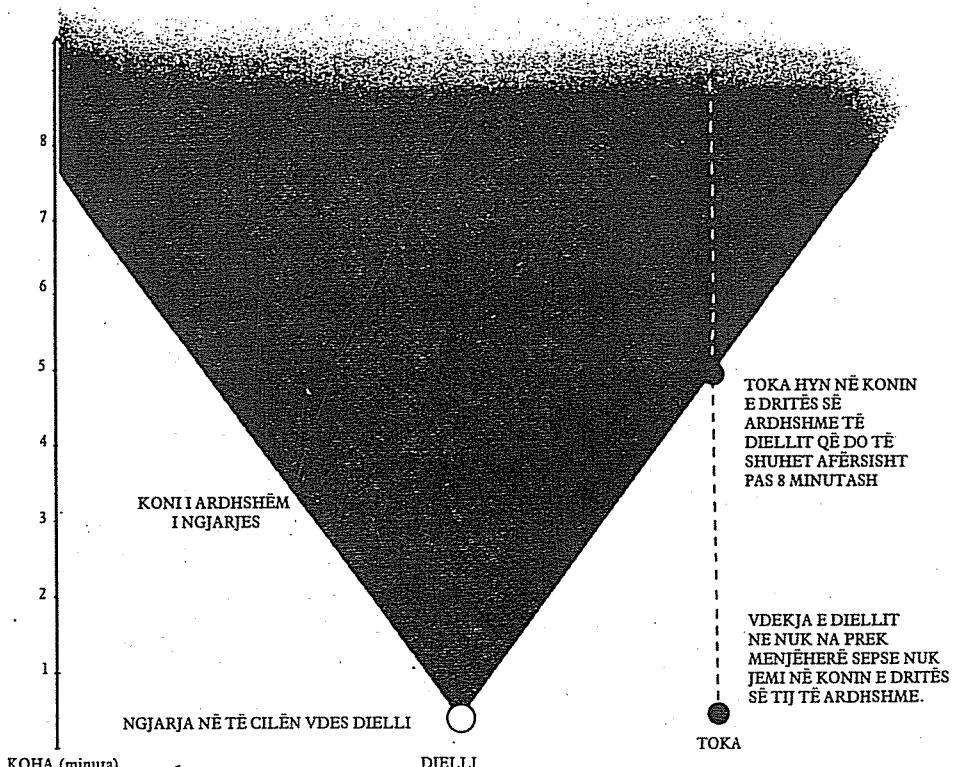


FIG. 2.6

Ai përfshin tërësinë e të gjitha ngjarjeve që mund të ndikohen nga ato që ndodh tek P. Ngjarjet që ndodhin jashtë konit të dritës së P nuk mund të arrihen nga sinjalet që vijnë nga P sepse asgjë nuk mund të udhëtojë më shpejt se drita. Në këtë mënyrë ata nuk mund të ndikohen nga ajo që ndodh tek P. E shkuara absolute e P është zona që ndodhet brenda konit të dritës së shkuar. Ajo përfshin tërësinë e të gjitha ngjarjeve nga ku sinjalet që udhëtojnë me shpejtësinë e dritës ose nën të mund të arrijnë P. Ai përmban kështu, tërësinë e të gjitha ngjarjeve që mund të ndikonë atë që ndodh tek P. Në qoftë se dihet ajo që ndodh në çdo çast të veçantë dhe kudo në zonën e hapësirës që shtrihet në brendësi të konit të dritës së shkuar të P, atëherë mund të parashikohet ajo që do ndodhi tek P. "Diku tjetër" është zona e hapësirë-kohës që nuk gjendet në konet e dritës së ardhme ose të shkuar të P. Ngjarjet që ndodhin në "diku tjetër" nuk mund të influencojnë ose të ndikohen nga ngjarjet tek P. Për shembull, në qoftë se Dielli do të pushonte së ndriçuari pikërisht në këtë çast, ai nuk do të indikonte gjérat në Tokë në të njëjtën kohë sepse ato do të ishin në "diku tjetër" të ngjarjes kur Dielli u shua (Fig 2.6). Ne do të marrim njoftim mbi të, vetëm mbas 8 minutash, koha që i duhet dritës për të arritur nga Dielli tek ne. Vetëm atëherë ngjarjet në Tokë do të gjenden në konin e dritës së ardhme të ngjarjes kur dielli u shua. Po ashtu, ne nuk dimë se ç'po ndodh në këtë çast shumë larg në gjithësi: drita që na vjen nga galaktikat e largëta është nisur me miliona vjet drite më parë dhe, në rastin e objektit më të largët që ne kemi parë, drita është nisur rreth 8 miliardë vjet më parë. Në këtë mënyrë, kur vështrojmë gjithësinë, në e shikojmë atë ashtu si ka qenë në të kaluarën.

Në qoftë se i lejmë me një anë efektet gravitacionale, sikurse vepruan Einstein dhe Poincare në vitin 1905, përftohet ajo që quhet teoria speciale e relativitetit. Për çdo ngjarje në hapësirë-kohë ne mund të ndërtojmë një kon drite (tërësia e të gjitha trajektoreve të mundshme në hapësirë-kohë të dritës të rrezatuar në këtë ngjarje), dhe me qenë se shpejtësia e dritës është e njejtë në çdo ngjarje dhe në të gjitha drejtimet, të gjitha konet e dritës do të janë identike dhe do të shkojnë në të njëtin drejtim. Gjithashtu teoria na thotë se asgjë nuk mund të udhëtojë më shpejt se drita. Kjo do të thotë se trajektorja e çdo objekti nëpër hapësirë dhe kohë duhet të paraqitet nga një drejtëz që gjendet brenda konit të dritës në çdo ngjarje të tij (Fig.2.7).

Teoria speciale e relativitetit shpjegoi në mënyrë shumë bindëse faktin se shpejtësia e dritës dukej e njejtë për të gjithë vëzhguesit (sikurse e tregoi eksperimenti i Michelson-Morley) atë që ndodh kur sendet lëvizin

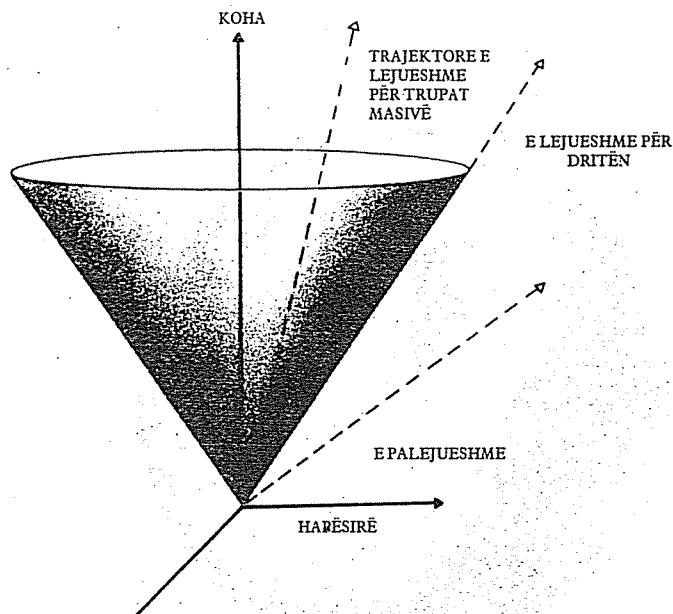


FIG.2.7.

me shpejtësi të përafërt me atë të dritës. Megjithatë, ajo nuk përputhej me teorinë Newtonian-e të gravitetit, e cila thoshte se objektet tërheqin njëri-tjetrin me një forcë që varet nga largësia ndërmjet tyre. Kjo do të thotë se po të lëvizësh një nga objektet, forca që ushtrohet mbi objektin tjetër duhet të ndryshojë në mënyrë të menjëherëshe. Ose me fjalë të tjera, efektet gravitacionale duhet të lëvizin me shpejtësi të pafundme, dhe jo me një shpejtësi të barabartë ose më të vogël se shpejtësia e dritës, sikurse e kërkon teoria speciale e relativitetit. Einstein-i bëri mjaft përpjekje të dështuara ndërmjet viteve 1908-1914 për të gjetur një teori të gravitetit që të përputhej me relativitetin special. Më së fundi, në vitin 1915, ai propozoi atë që ne sot e quajmë teoria e përgjithshme e relativitetit.

Ansjtajn bëri sugjerimin revolucionar se graviteti nuk është një forcë si gjithë të tjerat, por është një pasojë e faktit se hapësirë-koha nuk është e sheshtë, sikurse është supozuar më parë: ajo është e përkulur, ose e deformuar nga shpërndarja e masës dhe energjisë që ajo përmban. Trupat si Toka nuk janë bërë që të lëvizin në orbita të përkulura nga një forcë që quhet gravitet; përkundrazi, ata ndjekin sendin më të afërt me një trajektorë të drejtë në një hapësirë të përkulur, e cila quhet gjeodezike. Një gjeodezike është trajektorja më e shkurtër (ose më e gjatë) ndërmjet dy pikave të afërtë. Për shembull,

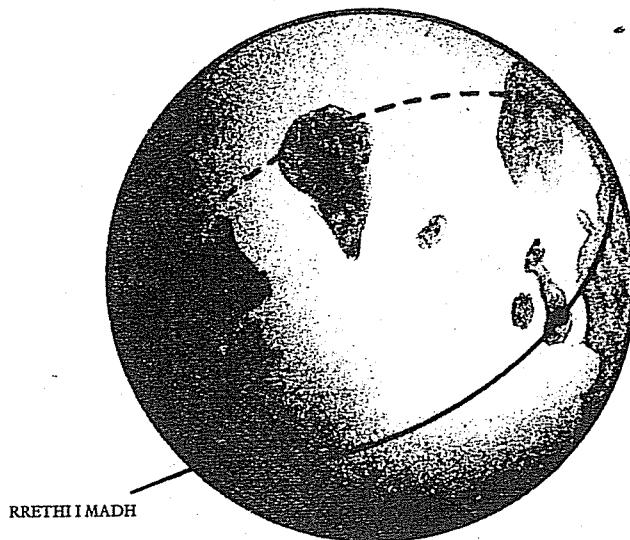


FIG.2.8.

sipërfaqja e Tokës është një hapësirë, e përkulur dy-përmasore. Një trajktore gjeodezike në tokë përfaqësohet nga një rrëth i madh dhe përbën rrugën më të shkurtër ndërmjet dy pikave (fig.2.8). Meqenëse trajektorja gjeodezike përbën rrugën më të shkurtër ndërmjet dy aeroportave të çfarëdoshëm, ajo përfaqëson rrugën që një navigator do t'i tregojë pilotit të avionit. Sipas relativitetit të përgjithshëm, trupat gjithmonë ndjekin trajektore të drejta në hapësirë-kohën katër-përmasore, por megjithatë në hapësirën tonë tri-përmasore ato na dukën sikur lëvizin gjatë trajektoreve të përkulura. (Eshtë pak a shumë sikur të shikosh një avion që fluturon mbi një terren kodrinor. Megjithëse ai ndjek një vijë të drejtë në hapësirën tri-përmasore, hija e tij ndjek një rrugë të përkulur në terrenin dy-përmasor.)

Masa e Diellit e përkul hapësirë-kohën në mënyrë të tillë që edhe pse toka ndjek një trajktore të drejtë në një hapësirë-kohë me katër (4) përmasa, ne na duket sikur lëviz gjatë një orbite rrëthore në hapësirën tri-përmasore. Në të vërtetë, orbitat e planetave të parashikuara nga relativiteti i përgjithshëm janë pothuaj të njejta me ato që ka parashikuar teoria Njutoniane e gravitetit. Megjithatë, në rastin e Mërkurit, planeti më i afërt

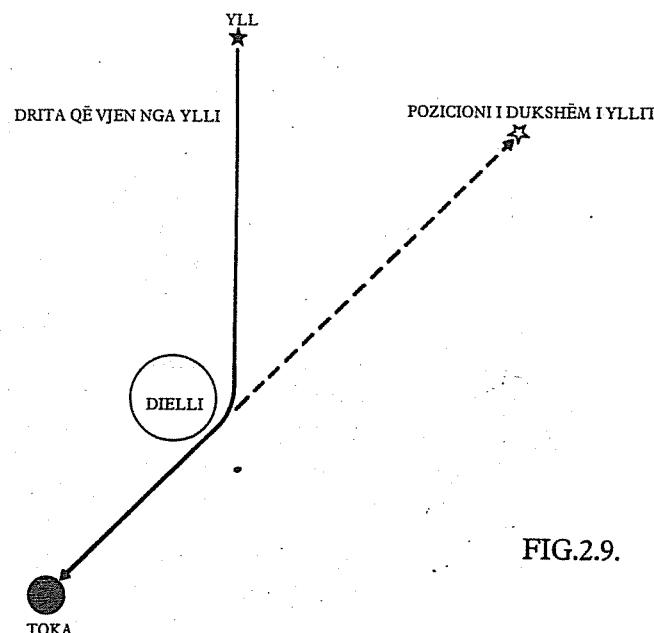


FIG.2.9.

me Diellin, që i ndjen më fort efektet gravitacionale, dhe që ka një orbitë pak më të zgjatur, relativiteti i përgjithshëm parashikon se aksi i madh i elipsoidit duhet të rrotullohet rrëth Diellit me një ritëm prej rrëth një grade në dhjetë mijë vjet. Sado i vogël që është ky efekt, ai ka qenë konstatuar përpala vitit 1915 dhe ka shërbyer si një nga konfirmimet e para të teorisë së Einstein-it. Vitet e fundit shmangje edhe më të vogla të orbitave të planetave të tjerë në raport me parashikimet e Newton-it janë përcaktuar me ndihmën e radarit dhe janë në përputhje me parashikimet e relativitetit të përgjithshëm.

Rrezet e dritës gjithashtu duhet të ndjekin trajektorë gjeodezike në hapësirë-kohë. Edhe një herë përsërisim, fakti që hapësira është e përkulur, do të thotë se drita nuk duhet të përhapet në hapësirë në një vijë të drejtë. Kështu relativiteti i përgjithshëm parashikon se drita duhet të përkulet nën veprimin e fushës gravitacionale. Për shembull, teoria parashikon se konet e dritës të pikave në afërsi të Diellit, duhet të pësojnë një përkulje të lehtë nga brenda nën ndikimin e masës së Diellit. Kjo do të thotë se rrezet e dritës që vijnë nga një yll i largët dhe që ndodh të kalojnë në afërsi të diellit do të pësojnë një deviacion shumë të vogël dhe për pasojë një vëzhgues në Tokë do ta shikonte yllin të zhvendosur në një pozicion të ndryshëm (Fig2.9.) Sigurisht, në qoftë se drita që vjen nga ylli do të kalojë

gjithmonë në afërsi të Diellit, ne nuk do të ishin në gjendje të përcaktojmë nëse ajo është e zhvndosur apo ylli ndodhet me të vërtetë aty ku ne e shikojmë. Megjithatë, meqë Toka rrötullohet rrëth Diellit, yje të ndryshëm ndodh të kalojnë prapa tij dhe në këtë mënyrë drita e tyre zhvenoset. Pra ato ndryshojnë pozitën e tyre të dukshme në raport me yjet e tjera.

Zakonisht është shumë e vështirë ta shikosh këtë efekt, sepse drita që vjen nga Dielli e bën të pamundur vëzhgimin e yjeve që gjenden në afërsi të tij në qiell. Megjithatë kjo mund të realizohet gjatë eklipsit diellor, kur drita e Diellit bllokohet nga Hëna. Parashikimi i Ansjtajnit mbi devijimin e dritës nuk ishte i mundur të vërtetohej menjëherë në vitin 1915, për shkak të Luftës së Parë Botërore, dhe vetëm në vitin 1919 një ekspeditë britanike duke vëzhguar një eklips në Afrikën Perëndimore, vërtetoi se drita me të vërtetë devijohej nga Dielli, pikërisht ashtu si e parashikonte teoria. Ky vërtetim i një teorie gjermane nga shkencëtarët britanikë u pëershëndet si një akt i madh pajtimi ndërmjet të dy vendeve pas luftës. Prandaj është një ironi e historisë që ekzaminimet e mëvonshme të fotografive që u bënë gjatë asaj ekspedite vunë në dukje se gabimet e bëra ishin po aq të mëdha sa edhe efektet që ata kërkonin të përcaktonin. Matjet e bëra në atë kohë ishin rezultat i një fati të papritur, dhe janë tipike për raste ku rezultati i dëshiruar njihet që më parë, gjë që nuk është e jashtëzakonshme në shkencë. Megjithatë, deviacioni i vogël u vërtetua me saktësi nga një numër vëzhgimesh të bëra më vonë.

Një parashikim tjetër i relativitetit të përgjithshëm është se koha duhet të rrjedhë më ngadalë në afërsi të një trupi masiv sikurse është Toka. Kjo për shkak të një raporti ndërmjet energjisë së dritës dhe frekuencës së saj (d.m.th.numri i valëve të dritës për sekondë):sa më e madhe energjia, aq më e lartë frekuanca. Meqë drita udhëton me drejtim lart në fushën gravitacionale të Tokës, ajo humb energji, dhe për pasojë frekuanca e saj pakësohet.(Kjo do të thotë se intervali i kohës ndërmjet një majë vale dhe një tjetre që e pason shkon duke u rritur). Për dikë që ndodhet sipër, duhet të duket sikur çdo gjë nën të kërkon një kohë më të gjatë që të ndodhë. Ky parashikim u provua në vitin 1962 me anën e dy orëve shumë ekzakte të vendosura në majën dhe pjesën e poshtme të një kulle. U pa se ora në pjesën e poshtme që ishte më afér Tokës lëvizte më ngadalë, në përputhje të plotë me relativitetin e përgjithshëm. Diferenca e shpejtësisë të orëve që gjenden në lartësi të ndryshme mbi Tokë, në kohën tonë kanë një rëndësi praktike të konsiderueshme, me zbulimin e sistemeve shumë

të sakta të fluturimit që bazohen tek sinjalet e satelitëve. Po të mos merreshin parasysh parashikimet e relativitetit të përgjithshëm, pozicionet e llogaritura gjatë fluturimit mund të ishin të gabuara prej shumë kilometrash!

Ligjet e Njutonit mbi lëvizjen i dhanë fund idesë së pozitës absolute në hapësirë. Teoria e relativitetit braktisi kohën absolute. Të marrim për shembull një çift binjakësh. Supozojmë se njëri nga binjakët shkon të jetojë në majë të malit, ndërsa tjetri qëndron në nivelin e detit. Binjaku i parë duhet të plaket më shpejt se sa i dyti. Kështu në qoftë se ata takohen përsëri, njëri duhet të jetë më i moshuar se tjetri. Në këtë rast, diferenca e moshës duhet të jetë shumë e vogël, por ajo do të jetë shumë më e madhe në qoftë se njëri nga binjakët do të bënte një udhëtim të gjatë me një anije speciale me një shpejtësi të përafërt me atë të drithës. Kur të kthehet, ai duhet të ishte shumë më i ri se tjetri që ndeji në Tokë. Eshtë ai që quhet paradoksi i binjakëve, por ai është paradoks vetëm për atë që ruan në mendjen e tij idenë e kohës absolute. Në teorinë e relativitetit nuk ka kohë absolute unike, por çdo njeri ka masën e vet personale të kohës që varet nga vendi ku ndodhet dhe nga mënyra e lëvizjes.

Përpara vitit 1915, hapësira dhe koha përfytyroheshin si një arenë e palëvizshme ku zhvilloheshin ngjarjet, por që nuk ndikohej nga ajo që ndodhе aty. Kjo ishte e vlefshme edhe për teorinë speciale të relativitetit. Trupat lëviznin, forcat tërhiqeshin dhe shtyheshin, por koha dhe hapësira thjesht vazhdonin të paprekura. Ishte e natyrshme të mendohej se hapësira dhe koha ishin të përhershme. Megjithatë sipas teorisë së përgjithshme të relativitetit, situata është krejt e ndryshme. Hapësira dhe koha sot konsiderohen si sasi dinamike: Kur një trup lëviz, ose një forcë vepron, kjo ndikon përkuljen e hapësirës dhe të kohës, dhe nga ana tjetër struktura e hapësirë-kohës ndikon në mënyrën e lëvizjes së trupave dhe në mënyrën e veprimit të forcave. Hapësira dhe koha jo vetëm ndikojnë por ata gjithashtu ndikohen nga çdo gjë që ndodh në gjithësi. Ashtu sikurse nuk mund të flitet mbi ngjarjet në gjithësi pa nocionin e hapësirës dhe të kohës, po ashtu në relativitetin e përgjithshëm është e palogjikshme të flitet rreth hapësirës dhe kohës jashtë kufijve të gjithësisë.

Në dekadat e mëvonshme, ky kuptim i ri mbi hapësirën dhe kohën e ka revolucionarizuar konceptin tonë mbi gjithësinë. Përfytyrimi i vjetër i një gjithësie thelbësishët të pandryshueshme që ka ekzistuar dhe ka vazduar të ekzistojë, u zëvendësua përgjithmonë nga nocioni i një gjithësie dinamike që zgjerohet, që duhet të ketë

## NJË HISTORI E SHKURTËR E KOHËS

34

filluar në një kohë të caktuar më parë, dhe që mund të mbarojë në një kohë të caktuar në të ardhmen. Ky revolucion përbën subjektin e kapitullit të ardhshëm. Dhe vite më vonë, ai gjithashtu shërben si pikënisje për punën time në fizikën teorike. Roger Penrosé dhe unë kemi treguar se teoria e përgjithshme e relativitetit e Ansjtajnit sugjeron se gjithësia duhet të ketë një fillim, dhe ndoshta, një fund.

---

## GJITHËSIA QË ZGJEROHET

---

Në qoftë se hedh vështrimin në qiell në një natë të qartë dhe të pahënë, objektet më të ndritshme që shikon me siguri do të janë planetet Venus, Mars, Jupiter dhe Saturn. Do të ketë gjithashtu një numër shumë të madh yjesht të cilët ngjajnë me Diellin tonë por ndodhen shumë më larg nga ne. Disa nga këto yje të palëvizshëm, në fakt të lenë përshtypjen sikur e ndryshojnë lehtësisht pozitën e tyre në raport me njëri-tjetrin gjatë kohës që Toka rrotullohet rrëth Diellit: ata nuk janë krejtësisht të palëvizshëm! Kjo ndodh sepse ato gjenden relativisht afér me ne gjatë kohës që toka vërtitet rrëth diellit ne i shikojmë ato nga pozita të ndryshme në sfondin e yjeve më të largët. Kjo është në favorin tonë, sepse na lejon të përcaktojmë drejt pér së drejti largësi n e këtyre yjeve nga'ne; sa më afér ndodhen, aq më tepër duhet se ata lëvizin. Ylli më i afërt, i quajtur Proxima Centauri; gjendet rrëth katër vite-dritë larg(dritës së tij i duhen rrëth katër vjet që të arrijë në Tokë), ose rrëth dyzet mijë miliardë kilometra. Shumë nga yjet e tjerë që janë të dukshëm pér syrin e njeriut gjenden disa qindra vite drite larg nga ne. Pér krahasim, Dielli tonë, gjendet vetëm tetë minuta-drite larg! Yjet e dukshëm janë të shpërndarë gjithandej në qiellin e natës, por janë veçanërisht të përqëndruar në një zonë, që ne e quajmë Ruga e Qumshtit. Qysh nga viti 1750, disa astronomë

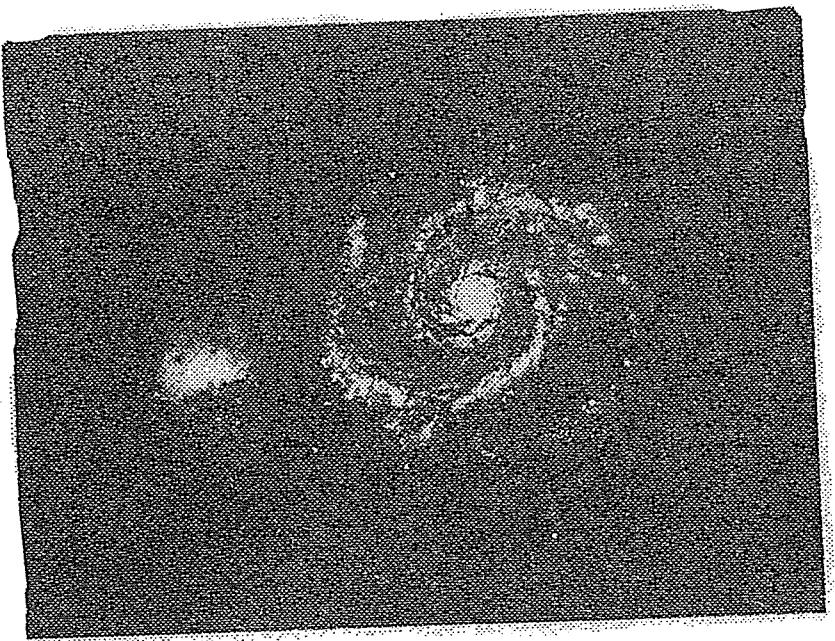


FIG.3.1.

sugjeruan se aspekti i Rrugës së Qumshtit mund të shpjegohej në qoftë se pjesa më e madhe e yjeve të dukshëm do të gjendeshin të grupuar në një konfiguracion që ka formën e një disku, një shembull, që ne sot e quajmë, galaktikë spirale. Vetëm disa dekada më vonë, astronomi, Sir William Herschel, e konfirmoi mendimin e tij duke bërë një inventar të mundimshëm të pozicioneve dhe largësia ve të një numri shumë më të madh yjesha. Megjithatë ideja e tij u pranua plotësisht vetëm në fillim të këtij shekulli.

Përfytyrimi ynë modern mbi gjithësinë fillon në vitin 1924, kur astronomi amerikan Edwin Hubble tregoi se galaktika jonë nuk ishte e vetmja në gjithësi. Në të vërtetë kishte edhe shumë të tjera, me zona të gjera hapësire boshe ndërmjet tyre. Për ta vërtetuar këtë, atij ju desh të përcaktojë largësia t e këtyre galaktikave, të cilat janë aq të mëdha, saqë në ndryshim nga yje të afërt, ato duken krejtësisht të palëvizshme. Prandaj Hubble u detyrua kështu të përdori metoda të tërthorta. Dihet se shkëlqimi i një ylli varet nga dy faktorë: sa shumë drithë rezaton(luminozitetin e tij), dhe sa larg gjenden nga ne. Për yjet e afërt ne jemi në gjendje të përcaktojmë shkëlqimin e tyre si dhe largësi  $n$ , dhe në këtë mënyrë mund të llogarisim luminozitetin e tyre. Në mënyrë reciproke, në qoftë se njohim luminozitetin e yjeve

që i përkasin galaktikave të tjera, ne do mund të gjenim largësi n duke matur shkëlqimin e tyre të dukshëm. Hubble vuri re se disa tipe yjesht kishin gjithmonë të njëjtin luminozitet me kusht që ata të ishin aq afër sa të na lejonin matjen; pra, mendoi ai, në qoftë se gjejmë yje të të njëjtë tip në një galaktika tjetër, ne do mund të supozonim se ata kanë të njëjtin luminozitet - dhe kështu do llogaritnim largësinë e kësaj galaktikë. Në qoftë se do ta bëним këtë për një numër të caktuar yjesht në të njëjtën galaktikë, dhe llogaritë tona do të jepnin gjithmonë të njëjtën largësi , vlerësimet tona mbi largësi n do të ishin mjafë të besueshme.

Në këtë mënyrë, Edwin Hubble llogariti largësia t e nëntë galaktikave të ndryshme. Ne sot e dimë se galaktika jonë është vetëm njëra nga qindra miliardë galaktika që mund të shikohen me ndihmën e teleskopëve moderne, ku çdo galaktikë nga ana e saj përmban disa qindra miliardë yje. Fig. 3.1 paraqet një galaktikë spirale, të përgjashme me atë që ne mendojmë se do t'i duket galaktika jonë një banori të një galaktike tjetër. Ne jetojmë në një galaktikë që ka një diametër prej rrëth njëqind mijë vite-dritë dhe që rrrotullohet me ngadalë rrëth boshtit të vet; yjet që ndodhen në krahët spirale vërtiten rrëth qendrës së galaktikës një herë në çdo një qind milion vite dritë. Dielli ynë nuk është tjetër veçse një yll i zakonshëm i verdhë dhe me madhësi mesatare, në afersi të kufirit të brendshëm të njërit prej krahëve spiralë. Çfarë përparimi është bërë qysh nga koha e Aristotelit dhe Ptolemeut, kur ne mendonim se toka përbënte qendrën e gjithësisë!

Yjet janë aq larg sa ne na duken si pikëza drite. Ne nuk jemi në gjendje të dallojmë madhësinë ose formën e tyre. Gjithashtu, si mundet ne të dallojmë prej së largu llojet e ndryshme të yjeve? Për pjesën më të madhe të yjeve ekziston vetëm një veçori karakteristike që ne mund ta vëzhgojmë - ngjyra dhe drita e tyre. Newton-i zbuloi se po të kalojë drita e Diellit nëpër një copë xhami në formë trekëndëshi, të quajtur prizëm, ajo do të zërthehet në ngjyrat e saj përbërëse(spektri i dritës) sikurse ndodh në rastin e ylberit. Duke fokusuar një teleskop mbi një yll të veçantë ose galaktikë, po ashtu mund të përfitohet spektri i dritës nga ylli ose galaktika në fjalë. Yje të ndryshëm kanë spektre të ndryshëm, por shkëlqimi relativ i ngjyrave të ndryshme është gjithmonë po ai që mund të pritet të gjesht në dritën e rrezatuar nga çdo objekt që është nxehur deri në skuqje. (në fakt drita e rrezatuar nga çdo objekt opak që është nxehur deri në skuqje, ka një spektër karakteristik që varet vetëm nga temperatura e tij, pra një spektër termal. Kjo do të thotë se ne mund

ta masim temperaturën e një ylli duke u nisur nga spektri i dritës së tij.) Përveç kësaj, ne gjejmë se disa ngjyra shumë specifike mungojnë nga spektri i yjeve, dhe këto ngjyra që mungojnë mund të ndryshojnë nga njëri yll tek tjetri. Meqë e dimë se çdo element kimik përhith një grup karakteristik ngjyrash specifike, duke i krahasuar këto me ngjyrat që mungojnë nga spektri i një ylli, ne mund të përcaktojmë me saktësi cilët elemente janë të pranishëm në atmosferën e yllit.

Në vitin 1920, kur astronomët filluan të studiojnë spektret e yjeve në galaktikat e tjera, ata gjetën diçka shumë të veçantë: ishin të njëjtët grupe karakteristike ngjyrash që mungonin njëlloj si tek yjet e galaktikës sonë, por ata të gjithë ishin zhvedosur me të njëjtën sasi relative në drejtim të ekstremitetit të kuq të spektrit. Për të kuptuar implikimet e këtij fenomeni, së pari ne duhet të kuptojmë se ç'është efekti Doppler. Sikurse e pamë më lart drita e dukshme përbëhet nga turbullimet, ose nga valët, në fushën elektro-magnetike. Frekuanca (ose numri i valëve në sekondë) e dritës është jashtzakonisht e lartë dhe luhatet nga katër deri në shtatëqind mijë miliardë valë në sekondë. Frekuencat e ndryshme të dritës, ato çfarë syri i percepton si ngjyra të ndryshme, ku frekuencat më të ulta gjenden në ekstremitetin e kuq të spektrit, ndërsa më të lartat në ekstremitetin blu. Tani përfytyroni një burim drite në një largësi konstante nga ne, si për shembull, një yll që rrezaton valë drite me frekuencë konstante. Sigurisht frekuanca e valëve që ne marrim do të jetë e njëjtë me frekuencën në të cilën ato lëshohen(fusha gravitacionale e galaktikës nuk do të jetë kaq e madhe sa të ushtrojë një efekt të rëndësishëm). Të supozojmë tashti se burimi i rrezeve fillon të lëvizë drejt nesh. Kur burimi lëshon kreshtën e valës që pason, ai do të jetë më afër nesh, kështu që koha që i duhet kreshtës së valës të arrijë tek ne do të jetë më i vogël se sa kur ylli ishte në gjendje të palëvizshme. Kjo do të thotë se intervali ndërmjet dy kreshtave valore që arrijnë tek ne është më e vogël, dhe në këtë mënyrë numri i valëve që ne kapim në çdo sekondë( d.m.th. frekuanca) do të jetë më e lartë se kur ylli ishte i palëvizshëm. Në të njëjtën mënyrë, në qoftë se burimi largohet nga ne, frekuanca e valëve që marrim do të jetë më e ulët. Në rastin e dritës, kjo do të thotë se yjet që largohen nga ne, do ta kenë spektrin e tyre të zhvendosur drejt ekstremitetit të kuq të spektrit ( zhvendosje drejt të kuqes), -ndërsa ato që na afrohen do të kenë një spektër të zhvendosur drejt ekstrmitetit blu. Ky raport ndërmjet frekuencës dhe

shpejtësisë, që është quajtur efekti Doppler, takohet shpesh në jetën e përditshme. Dëgjoni me kujdes një makinë që kalon në rrugë: kur makina afrohet motori i saj bën një zhurmë më të mprehtë (që i korespondon një frekuence më të lartë të valëve të zërit); dhe kur makina kalon para nesh dhe largohet dëgjohet një zhurmë më e rëndë. Valët e drithës ose të radios sillen në mënyrë të ngjajshme. Deri edhe policia e shfrytëzon efektin Doppler pér të kontrolluar shpejtësinë e makinave duke matur frekuencën e impulseve të valëve radio që ato reflektojnë!

Gjatë viteve që pasuan vërtetimin nga ana e tij të ekzistencës së galaktikave të tjera, Habël ia kushtoi kohën inventarizimit të largësia ve të tyre dhe vëzhgoi spektret e tyre. Në atë kohë, pjesa më e madhe e njerëzve mendonin se lëvizjet e galaktikave ishin krejt të rastësishme; gjithashtu pritej të gjendeshin po aq spekture të zhvendosur drejt blusë, sa edhe drejt të kuqes. Supriza ishte e madhe kur u pa se pjesa më e madhe e galaktikave dukeshin të zhvendosura drejt ngjyrës së kuqe: pothuaj të gjitha largoheshin nga ne! Edhe më të habitshme ishin konkluzionet që Hubble publikoi në vitin 1929; madhësia e zhvendosjes së një galaktike drejt së kuqes nuk ishte fakt i rastit, ajo ishte proporcionale me largësi n që na ndan nga kjo galaktikë. Me fjalë të tjera sa më larg ndodhet galaktika, aq më shpejt ajo largohej nga ne! Dhe kjo do të thotë se gjithësia nuk mund të jetë statike, sikurse mendohej më parë, por në fakt është duke u zgjeruar; largësia ndërmjet galaktikave të ndryshme rritet vazhdimiشت.

Ky zbulim mbi gjithësinë që zgjerohet ishte një nga revolucionet më të mëdha intelektuale të shekullit të XX. Eshtë lehtë të pyesësh tanë pse asnjëri nuk e kishte menduar më parë. Newton-i, dhe të tjerët, duhet ta kishin kuptuar se një gjithësi statike do të fillonte menjëherë të tkurrej nën influencën e gravitetit. Por të supozojmë më parë se gjithësia po zgjerohet. Në qoftë se ky zgjerim do të ishte mjaft i ngadaltë, forca e gravitetit ndoshta do të shkaktonte ndalimin e zgjerimit dhe pastaj do fillonte tkurrja. Megjithatë, në qoftë se ai do të zgjerohej më shpejt, përtej një grade të caktuar kritike, graviteti nuk do arrinte kurrë të ishte aq i fortë pér ta ndaluar dhe gjithësia do vazhdonte të zgjerohej përgjithmonë. Kjo është pak a shumë një lloj sikur të hedhësh një raketë nga Toka. Në qoftë se shpejtësa e saj është mjaft e ngadaltë, forca e gravitetit do të shkaktonte ndalimin e raketës dhe pastaj ajo do të fillonte të binte në Tokë. Nga ana tjetër, në qoftë se raketa ka një shpejtësi më të madhe se vlera e saj kritike ( rreth 12

km/ sek) graviteti nuk do të jetë aq i fortë sa ta kthejë në Tokë dhe raketa do të largohet përgjithmonë. Kjo veçori e gjithësisë mund të kishte qenë parashikuar duke u nisur nga teoria Newtonian-e e gravitetit që në shekullin XIX, të XVIII madje edhe në fund të shekullit të XVII-të. Por besimi në ekzistencën e një gjithësie statike, ishte aq i madh saqë ai vazhdoi deri në vitet e para të shekullit të XX. Vetë Einstein-i kur formuloi teorinë e përgjithshme të relativitetit në vitin 1915, ishte aq i sigurtë se gjithësia duhet të ishte statike saqë ai e modifikoi teorinë e tij për ta bërë të besueshme duke futur të ashtuquajturën konstante kozmologjike në ekuacionet e tij. Ansjtajni futi një forcë të re "antigravitationale" që në ndryshim nga të tjerat, nuk ridhte nga ndonjë burim i veçantë, por e kishte origjinën në vetë eksistencën e hapësirë-kohës. Ai pretendonte se hapësirë-koha kishte një tendencë të brendshme për t'u zgjeruar dhe se kjo mund të kontrabalanconte pikë për pikë tërheqjen e gjithë materies në gjithësi, kështu që një gjithësi e tillë do të ishte statike. Duket se vetëm një njeri pati vullnetin që ta shikojë relativitetin e përgjithshëm në vlerën e tij të vërtetë, dhe ndërsa Einstein-i dhe fizikantët e tjerë mundoreshin ta evitonin parashikimin e relativitetit të përgjithshëm mbi një gjithësi jo statike, fizikanti dhe matematikani rus, Alexander Friedmann ju vu punës për ta shpjeguar atë.

Friedmann-i bëri dy hipoteza shumë të thjeshta në lidhje me gjithësinë; gjithësia duket njëlloj në çdo drejtim që ta shikosh, dhe e njëjtë gjë ndodh edhe kur ne e shikojmë atë nga çdo lloj pozicioni tjetër: vetëm nga këto dy ide, Friedmann-i tregoi se gjithësia nuk është statike. Në fakt, në vitin 1922, shumë vite përparrë zbulimit të Edwin Hubble, Friedmann-i parashikoi pikë për pikë atë që gjeti Habli!

Supozimi se gjithësia duket njëlloj në çdo drejtim është e qartë se në realitet nuk është i vërtetë. Për shembull, sikurse e pamë yjet e tjerë të galaktikës sonë formojnë një bandë të dukshme drite nëpër qiellin e natës, që quhet Rruga e Qumshtit. Por, në qoftë se ekzaminojmë galaktikat e largëta, duket se gjendet pak a shumë i njëjti numër yjesh. Kështu, në një vështrim superficial, gjithësia duket se është e njëjtë në të gjitha drejtimet, me kusht që të vlerësohet në shkallë të madhe në raport me largësia t ndërmjet galaktikave dhe të neglizhohen diferençat në shkallë të vogël. Për një kohë të gjatë, kjo përbënte një justifikim të mjaftueshëm të ideve të Friedmann-it, si një vlerësim i përafertë i gjithësisë reale. Por kohët e fundit, një ngjarje fatlume nxori në dritë faktin se kjo hipotezë në të vërtetë ishte një

përshkrim shumë i saktë i gjithësisë tonë.

Në vitin 1965 dy fizikantë amerikanë në Bell Telephone Laboratories në New Jersey, Arno Penzias dhe Robert Wilson, po eksperimentonin një detektor mikro valësh shumë të ndjeshëm (mikro valët janë njëloj si valët e dritës, por me një frekuencë vale prej dhjetë miliard valësh në sekondë). Penzias dhe Wilson u pezmatuan nga fakti se detektori i tyre po kapte më shumë zhurmë nga sa duhej: Kjo zhurmë nuk dukej se vinte nga ndonjë drejtim i veçantë. Në fillim ata zbuluan se në detektor kishte glasa zogjsh dhe kërkuan shkaqe të tjera përfunksionimin e keq të aparatit, por shpejt ata u detyruan të heqin dorë. Ata e kishin kuptuar se të gjitha zhurmat që vijnë nga atmosfera do të jenë më të forta kur detektori nuk ndodhet në pozitë vertikale, sepse rrezet e dritës përshkojnë më shumë atmosferë kur vijnë nga horizonti se sa kur vijnë drejtpërsëdrejti nga Zeniti: Zhurma suplementare është e njëjtë pavarësisht nga drejtimi që i jepej detektorit, kështu që ai duhej të vinte nga "jashtë" atmosferës. Zhurma gjithashtu ishte e njëjtë, ditën dhe natën, si dhe gjatë gjithë vijit, pavarësisht se Toka rrrotullohej gjatë aksit të saj dhe rrëth Diellit. Kjo tregoi se rrezatimi duhej të vinte nga jashtë Sistemit Diellor dhe madje përtëj galaktikës, përndryshe ai do të kishte ndryshuar, sepse lëvizja e vetë Tokës do ta kishte orientuar detektorin në drejtime të ndryshme. Në fakt ne sot e dimë se rrezatimi përparrë se të arrrijë tek ne duhet të përshkruajë pjesën më të madhe të gjithësisë të dukshme, dhe përderisa ai duhet të jetë i njëjtë në të gjitha drejtimet e ndryshme, gjithësia gjithashtu duhet të jetë homogjene edhe pse vetëm në një shkallë shumë të madhe. Ne e dimë tanë se në çdo drejtim që të hedhim vështrimin, kjo zhurmë nuk ndryshon kurrë më shumë se një përdhjetë mijë, në këtë mënyrë Penzias dhe Wilson kishin bërë pa dashje një konfirmim shumë të saktë të hipotezës së parë të Friedmann-it.

Afërsisht në të njëjtën kohë, dy fizikantë amerikanë nga Princeton Univrsity, Bob Dicke dhe Jim Peebles, gjithashtu po tregonin interes në problemin e mikrovalëve. Ata po punonin rrëth një sugjerimi të bërë nga George Gamov (dikur student i Alexander Friedmann-it), se gjithësia e hershme duhet të ketë qenë shumë e nxeh të dhe e dendur, dhe me shkëlqim të bardhë nga nxehësia. Sipas Dicke dhe Peebles, ne akoma duhet të jemi në gjendje të shohim ndriçimin e gjithësisë të hershëm, sepse drita e zonave shumë të largëta të tij vetëm tashti duhet të arrrijë tek ne. Megjithatë zgjerimi i

gjithësisë do të thotë se kjo dritë duhet të zhvendoset kaq shumë drejt së kuqes, saqë ajo arrin tek ne sot në formën e mikrovalëve. Dicke dhe Peebles po përgatiteshin ta studionin këtë rezatim kur Penzias dhe Wilson dëgjuan të flitej për punimet e tyre dhe e kuptuan se ata tashmë e kishin gjetur rrezatimin në fjalë. Për këtë Penzias dhe Wilson-morrën çmimin Nobel në vitin 1978( gjë që u duk pak e rëndë për Dicke dhe Peebles, për të mos përmendur këtu Gamov-in!).

Në vështrim të parë të dhënët në favor të gjithësisë identike pavarësisht nga drejtimi i vështrimit tonë, mund të sugjerojë se pozita jonë në gjithësi, ka në vetvete diçka të veçantë. Sidomos, kur shikojmë se të gjitha galaktikat e tjera largohen nga ne, mund të na duket sikur ne ndodhemi në qendër të gjithësisë. Megjithatë, ka edhe një shpjegim tjetër: gjithësia mund të duket e njëjtë në çdo drejtim edhe kur shikohet nga galaktikat e tjera, kudo qofshin ato. Sikurse e përmendëm më parë, kjo ishte hipoteza e dytë e Friedmanit. Ne nuk kemi argumente shkencore në favor, as kundër kësaj hipoteze. Ne e besojmë atë vetëm nga modestia: do të ishte shumë më interesante sikur gjithësia të dukej i njëjtë në çdo drejtim rrëth nesh po jo rrëth pikave të tjera në gjithësi! Në modelin e Friedmann-it, të gjitha galaktikat i largohen njëra-tjetrës. Kjo situatë është e përngjajshme me atë të një balloni, që ka një numër të caktuar njollash të vizatuara në sipërfaqen e tij, dhe që fryhet rregullisht. Gjatë fryerjes të ballonit largësia ndërmjet njollave do të rritet, po pér asnjë nga njollat nuk mund të thuhet se ndodhet në qendër të zgjerimit. Përveç kësaj sa më larg të jenë njollat nga njëra-tjetra, aq më shpejt do t'i largohen njëra-tjetrës. Po ashtu në modelin e Friedmann-it shpejtësia e largimit të të dy galaktikave është proporcionale me largësi n ndërmjet tyre. Në këtë mënyrë ai parashikoi se zhvendosja drejt së kuqes të një galaktike duhet të jetë në përpjestim të drejtë me largësi n e saj nga ne, pikërisht sikurse e shpjegoi Hubble. Megjithë suksesin që pati modeli i tij dhe parashikimin që bëri rrëth vëzhgimeve të Hubble-i, vepra e Friedmann-it mbeti pothuaj e panjohur në Perëndim derisa u zbuluan modele të përngjashme në vitin 1935 nga fizikanti amerikan Howard Robertson dhe matematikani britanik Arthur Walker, si përgjigje ndaj zbulimit të Hubble-it mbi zgjerimin e njëtrajtshëm të gjithësisë.

Megjithëse Friedmann-i gjeti vetëm njërin, në fakt ka tre lloje modelesh të ndryshme që i binden dy hipotezave të tij themelore. Në tipin e parë (ata që gjeti Friedmann-i) zgjerimi i gjithësisë është mjaft

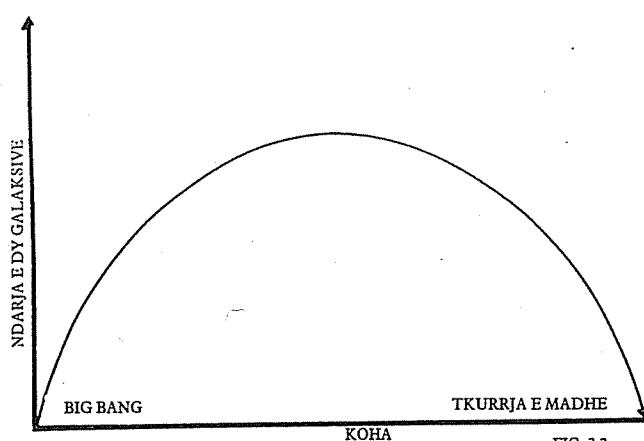


FIG. 3.2.

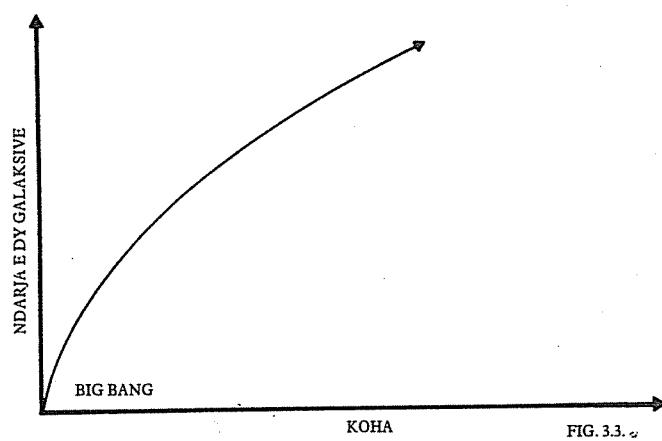


FIG. 3.3.

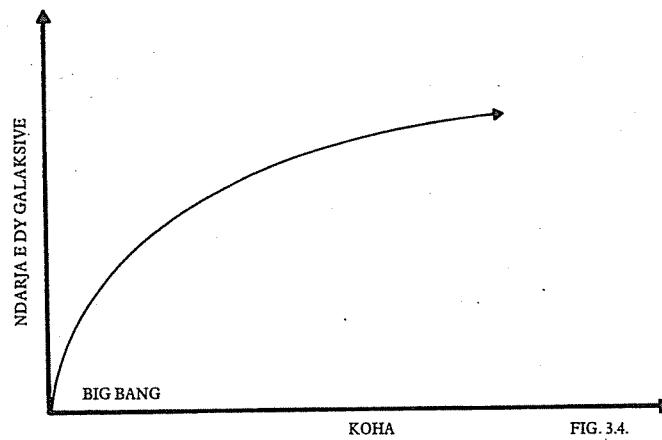


FIG. 3.4.

i ngadalshëm dhe në këtë mënyrë tërheqja gravitacionale ndërmjet galaktikave të ndryshme do të shkaktojë ngadalësimin dhe së fundi ndalimin e zgjerimit. Pastaj galaktikat fillojnë t'i afrohen njëra-tjetrës dhe gjithësia tkurret. Fig. 3.2 tregon sesi me kalimin e kohës ndryshon largësia ndërmjet dy galaktikave të afërta. Kjo fillon nga zero, rritet deri në një maksimum, pastaj përsëri zbutet deri në zero.

Në tipin e dytë gjithësia zgjerohet aq shpejt saqë tërheqja gravitacionale nuk arrin kurrë ta ndalojë atë, megjithëse ajo e ngadalson pak atë Fig.3.3 tregon largimin ndërmjet dy galaktikave të afërta sipas këtij modeli. Ajo fillon nga zero dhe pastaj galaktikat largohen me një shpejtësi konstante.

Së fundi, ka një tip të tretë zgjedhjeje ku gjithësia zgjerohet me një shpejtësi të mjaftueshme sa të evitojë ritkurrjen. Në këtë rast largimi, i ilustrur në Fig.3.4 vazhdon si në raste të tjera nga zero dhe rritet pa ndaluar kurrë. Megjithatë shpejtësia me të cilat galaktikat largohen bëhet gjithmonë më e vogël, megjithëse kurrë nuk arrin në zero.

Një karakteristikë e rëndësishme e modelit të parë të Friedmann-it është se, në këtë rast, gjithësia nuk është i pafund në hapësirë, por edhe hapësira nuk ka ndonjë kufi. Graviteti është aq i madh, saqë hapësira përkulet rrëth vetvetes duke e bërë atë më tepër të përngajshme me sipërfaqen e Tokës. Në qoftë se dikush udhëton në një drejtim të caktuar, në sipërfaqën e tokës ai nuk do të gjejë kurrë ndonjë pengesë të pakapërcyeshme ose të bjerë përtej saj, por do të arrijë përsëri aty nga u nis.

Në modelin e parë të Friedmann-it, hapësira është e tillë por me tri përmasa dhe jo me dy siç paraqitet në sipërfaqen e tokës. Dimensioni i katërt, koha gjithashtu, është i kufizuar në shtrirje por ai është i përngajshëm me një drejtëz me dy anë ose kufi, një fillim dhe një mbarim. Do të shikojmë më vonë se kur kombinohet relativiteti i përgjithshëm me parimin e pasigurisë të mekanikës kuantike është e mundur si për hapësirën ashtu edhe për kohën të jenë të kufizuara, por pa anë ose kufij.

Ideja se gjithësisë mund t'i biesh përqark dhe të arrish aty ku u nise është e mirë për të bërë tregime fantastiko - shkencore, por nuk ka ndonjë rëndësi të madhe praktike, sepse mund të demonstrohet se gjithësia tashmë do të ishte ritkurrur deri në pikën zero përpara se të kishte përfunduar udhëtimi. Ju duhet të udhëtoni më shpejt se drita

në mënyrë që të arrini në pikën e nisjes përpara se gjithësisë t'i vijë fundi, por kjo nuk është e mundur.

Sipas modelit të parë të Friedmann-it, ku gjithësia zgjerohet dhe pastaj tkurret, hapësira është e përkulur në vetvete si sipërfaqja e tokës. Pra ajo është e kufizuar në shtrirje. Sipas modelit të dytë ku gjithësia zgjerohet përgjithmonë, hapësira është e përkulur në një mënyrë tjetër, si sipërfaqja e një shale. Kështu në këtë rast, hapësira është e pafundme. Së fundi, sipas modelit të tretë të Friedmann-it, sipas të cilit zgjerimi ka pikërisht shpejtësinë minimale që kërkohet për të evitar tkurrjen, hapësira është e sheshtë, (dhe pra, gjithashtu e pafund).

Por cili nga tre modelet e Friedmann-it i përshtatet gjithësisë tonë? Do të pushojë ai së zgjeruari dhe a do të fillojë ai të tkurret, apo do të zgjerohet për gjithmonë? Për t'ju përgjigjur kësaj pyetje ne duhet të njohim gradën e tanishme të zgjerimit të gjithësisë, dhe dendësinë mesatare që ajo ka sot. Në qoftë se dendësia është më i vogël se sa një vlerë e caktuar kritike, që varet nga grada e zgjerimit, tërheqja gravitacionale do të jetë shumë e dobët për të penguar zgjerimin. Në qoftë se dendësia është më i madh se vlera kritike, graviteti do ta ndalojë zgjerimin në një kohë të caktuar në të ardhmen dhe në këtë mënyrë do shkaktojë tkurrjen e gjithësisë.

Ne mund të përcaktojmë gradën aktuale të zgjerimit duke matur shpejtësinë me të cilat galaktikat e tjera largohen nga ne, me ndihmën e efektit Doppler. Kjo mund të bëhet me shumë saktësi. Megjithatë, largësia t e galaktikave nuk njihen aq mirë sepse mnd t'i masim ato vetëm në mënyrë të tërthortë. Kështu, e gjithë ajo që dimë është se gjithësia zgjerohet ndërmjet 5% dhe 10% çdo miliard vjet. Megjithatë, pasiguria jonë rrëth dendësisë mesatar aktual të gjithësisë është edhe më e madhe. Në qoftë se do të mbledhim masat e të gjithë yjeve që mund të shikojmë në galaktikën tonë dhe në galaktikat e tjera, shuma është më e vogël se një e qindta e sasisë që kërkohet për të ndaluar zgjerimin e gjithësisë, edhe për vlersimet më të ulta të gradës së zgjerimit. Megjithatë galaktika jonë, si dhe të tjerat, duhet të përbajnë një sasi të madhe "lëndë të errët" të cilën nuk mund ta shikojmë drejtpërsëdrejti, por që e dimë se ekziston nëpërmjet ndikimit që ushtron tërheqja e saj gravitacionale mbi orbitat e yjeve, në galaktikat. Përveç kësaj, pjesa më e madhe e galaktikave janë të mbledhura në grumbuj dhe ne mundemi, në të njëjtën mënyrë, të deduktojmë praninë e një sasie edhe më të madhe lënde të errët ndërmjet galaktikave në këto grumbuj, nëpërmjet efektit të tyre në lëvizjen e galaktikave. Kur bëjmë mbledhjen e gjithë lëndës së errët,

ne akoma përfitojmë vetëm rrëth një të dhjetën e sasisë që kërkohet për të ndaluar zgjerimin. Megjithatë, nuk mund të përjashtojmë mundësinë e ekzistencës së një tjetër forme lënde, të shpërndarë në mënyrë po thuaj të njëtrajtshme në të gjithë gjithësinë, që ne akoma nuk e kemi zbuluar, dhe që do mund të rriste densitetin mesatar të gjithësisë deri në vlerën e nevojshme kritike për të ndaluar zgjerimin e tij. Në këtë mënyrë, të dhënët e deritanishme, sugjerojnë se gjithësia ndoshta do vazhdojë të zgjerohet për gjithmonë, por ajo për të cilën me të vërtetë mund të jemi të sigurtë, është se edhe sikur uniersi të tkurret, ai nuk do ta pësojë këtë të paktën edhe për dhjetë miliardë vjet të tjerë, përderisa tashmë atij i është dashur të paktën po aq kohë për t'u zgjruar. Kjo perspektivë nuk duhet të na shqetësojë jashtë mase: kur të arrijë kjo kohë, në qoftë se nuk kemi kolonializuar toka të reja përtej Sistemit Diellor, raca njerëzore prej kohësh do të jetë zhdukur, shuar përgjithmonë së bashku me diellin tonë!

Të gjitha zgjidhjet e Friedmann-it kanë karakteristikën të përbashkët se dikur në të kaluarën (ndërmjet dhjetë dhe njëzet miliardë vjetësh më parë) largësia ndërmjet galaktikave të afërtë duhet të ketë qenë zero. Në atë kohë që ne e qujmë big-beng, dendësia i gjithësisë dhe përkulja e hapësirë-kohës duhet të kenë qenë të pafundme. Meqenëse matematikanët me të vërtetë nuk mund të manipulojnë numrat infinitë, kjo do të thotë se teoria e përgjithshme e relativitetit (mbi të cilën mbështeten zgjidhjet e Friedmann-it) parashikon se në gjithësi ka një pikë ku teoria vetë shembet. Një pikë e tillë është një shembull i asaj që matematikanët e quajnë një "singularitet" (pikë e posaçme). Në fakt, të gjitha teoritë tona shkencore mbështeten në hipotezën se hapësirë-koha është e lëmuar dhe pothuaj e sheshtë. Kështu që ajo do të pushojë së qëni e vlefshme në praninë e veçantë të big-bengut, ku përkulja e hapësirë-kohës është e pafundme. Kjo do të thotë se edhe sikur të ketë pasur ngjarje përparrë big-bengut, ato nuk do mund të përdoreshin për të përcaktuar çfarë do të ndodhte më vonë, sepse të gjitha parashikimet do të asgjësohen tek big-bengu. Për pasojë, në qoftë se, sikurse ndodh në rastin tonë, ne dimë vetëm atë që ka ndodhur nga big-bengu e këndej ne nuk mund të përcaktojmë çfarë ka ndodhur më parë. Për aq sa na përket, ngjarjet para bing-bengut mund të mos kenë ndonjë pasojë, kështu që ato nuk do mund të konsiderohen si pjesë përbërëse e një modeli shkencor mbi gjithësinë. Kështu që ne duhet t'i heqim ato nga modeli dhe të themi se koha ka filluar me bing-bengun.

Shumë njerëzve nuk u pëlqen ideja se koha ka një fillim, ndoshta sepse kjo të çon tek ndërhyrja hyjnore. (Nga ana tjetër, Kisha Katolike

u kap tek modeli i big-bengut dhe në vitin 1951, në mënyrë zyrtare e deklaroi atë në përputhje me Biblën). Prandaj u bënë disa tentativa për të evituar konkluzionin se big-bengu ka ekzistuar. Propozimi që gjeti mbështetje më të madhe u quajt teoria e gjendjes së qëndrueshme. Ajo u sugjeraua në vitin 1948 nga dy refugjatë të ardhur nga Austria e pushtuar nga nazistët, Hermann Bondi dhe Thomas Gold dhe një anglez, Fred Hoyle, që kishte punuar me ta mbi zhvillimin e radarit gjatë luftës. Ajo mbështetej mbi idenë se, me largimin e galaktikave nga njëra tjetra, galaktika të reja formohen vazhdimesh në boshllëkun intergalaktik duke u nisur nga lënda e re që krijohet në mënyrë të vazhdueshme. Kështu, në vijë të përgjithshme gjithësia duhet të ketë të njëtin aspekt në të gjitha kohrat si dhe në të gjitha pikat e hapësirës. Teoria e gjendjes së qëndrueshme kërkonte një modifikim të relativitetit të përgjithshëm. Për të shpjeguar krijimin e pa ndërprerë të lëndës, por sasia e nevojshme që u llogarit ishte aq e vogël (rreth një partikul për kilometër/kub në vit) sa ajo që nuk ishte në kundërshtim me eksperiencën. Kjo teori ishte një teori e mirë shkencore, në përputhje me kriteret e kapitullit 1: ajo ishte e thjeshtë dhe bënte parashikime të sakta që mund të vërtetoheshin me anën e vëzhgimit. Një nga këto parashikime ishte se numri i galaktikave ose i objekteve të përngajshëm në çdo vëllim të dhënë të hapësirës duhet të ishte i njëjtë pavarësisht nga momenti ose vendi nga ku ne e shikojmë gjithësinë. Në fund të viteve 1950 dhe në fillim të viteve 1960 u bë një vëzhgim i burimeve të radio valëve nga hapësira kozmike nga një grup astronomësh në Cambridge nën drejtimin e Martin Ryle (që ka punuar edhe me Bondi, Gold dhe Hoyle, mbi radarin gjatë luftës). Grupi i Cambridge-it tregoi se pjesa më e madhe e këtyre radioburimeve duhet të gjendet jashtë galaktikës sonë (natyrish një pjesë e madhe e tyre duhet të identifikohet me galaktikat e tjera) edhe për arsy se kishte më shumë burime të dobta se sa të forta. Ata i interpretuan burimet e dobta si burime që ndodhen më larg nesh dhe ato të fortat si burime që ndodhen më afér nesh. Atëherë rezultoi se për njësi të volumit të hapësirës, numri i burimeve të afërtë është më i vogël se ai i burimeve të largëta. Kjo mund të tregojë se ne ndodhemi në qendër të një zone të gjerë të gjithësisë ku burimet janë më të pakta se në zonat e tjera. Ose, mund të tregojë se burimet kanë genë më të shumta në të kaluarën, në kohën kur radiovalët filluan rrugën e tyre drejt nesh. Secili nga këto shpjegime është në kundërshtim me teorinë e gjendjes së qëndrueshme. Përveç kësaj,

zbulimi i mikrovalëve nga Penzias dhe Wilson në vitin 1965 tregoi gjithashtu se gjithësia duhet të ketë qenë më e dendur në të kaluarën. Për këtë arsy, teoria e gjendjes së qëndrueshme u braktis.

Një përpjekje tjeter për të evitar konkluzionin se duhet të ketë patur një big-beng, dhe pra, një fillim të kohës u bë nga dy shkencëtarë rusë, Evgenii Lifshitz dhe Isaac Khalatnikov, në vitin 1963. Ata sugjeruan se big-bengu mund të jetë një veçori vetëm e modeleve të Friedmann-it të cilët në fund të fundit ishin vetëm modele të përafërtë me gjithësinë real. Ndoshta, nga të gjitha modelet që në vija të trasha i përngjanin gjithësinë real, vetëm ato të Friedmann-it duhet të përbajnë një veçori të tipit të big-bengut. Në modelet e Friedmann-it të gjitha galaktikat i largohen njëra-tjetër. Kështu që nuk është për t'u habitur se në një kohë të caktuar në të kaluarën ato gjendeshin të gjitha në të njëjtin vend. Megjithatë, në gjithësinë reale galaktikat nuk largohen në këtë mënyrë nga njëra-tjetra ato gjithash tu kanë shpejtësi të vogla anësore. Kështu, në të vërtetë ato nuk kanë qenë kurrë në të njëtin vend, por vetëm shumë afér njëra-tjetër. Ndoshta gjithësia e sotme që është duke u zgjeruar, nuk është pasojë e veçorive të big-bengut, por vazhdim i një faze të mëparshme tkurrjeje. Gjatë kohës që gjithësia tkurrej ka të ngjarë që jo të gjitha grimcat të jenë bashkuar por të kenë kaluar pranë njëra-tjetrës, dhe pastaj t'i jenë larguar njëra-tjetër, duke shkaktuar kështu zgjerimin aktual të gjithësisë. Atëherë si do mund të vërtetonim nëse gjithësia reale ka filluar me një big-beng? Në fakt, Lifshitz dhe Khalatnikov studjuan modelet e gjithësisë që i përngajnjë atyre të Friedmann-it, por që merrnin parasysh disa parregullsi dhe disa shpejtësi të rastit të galaktikave të gjithësisë real. Ata treguan se modele të tillë mund të fillonin me një big-bang, edhe pse galaktikat nuk largoheshin më drejtpërsëdrejti njëra nga tjetra, por ata pretendonin se një gjë e tillë ishte akoma e mundshme në disa modele të rralla në të cilat të gjitha galaktikat lëviznin në drejtimin e duhur. Ata afirmuan se, meqë modelet e përngajshme me ato të Friedmann-it, por pa një singularitet të big-bengut, duhet se ishin në numër jashtëzakonisht më të madh se ata me singularitet të tillë, duhet të konkludojmë se në realitet big-bengu nuk ka ekzistuar. Megjithatë, më vonë ata e kuptuan, se ekzistonte një klasë shumë më e madhe modelesh si ato të Friedmann-it që kishin singularitet, dhe në të cilat galaktikat nuk kishin pse të lëviznin në ndonjë mënyrë të veçantë, prandaj në vitin 1970 ata hoqën dorë nga pretendimi i tyre.

Punimi i Lifshitz dhe Khalatnikov-it qe i vlefshëm sepse tregoi se gjithësia mund të ketë pasur një singularitet, një big-beng, në qoftë se teoria e përgjithshme e relativitetit ishte e saktë. Megjithatë, ajo nuk zgidhë problemin kryesor: a e parashikon relativiteti i përgjithshëm nëse gjithësia ynë duhet të ketë patur një big-bang dhe një fillim në kohë. Përgjigja erdhi nëpërmjet një këndvështrimi krejt të ndryshëm të bërë nga matematikani dhe fizikani britanik Roger Penrose, në vitin 1965. Duke u mbështetur në mënyrën sesi konet e drithës sillen në relativitetin e përgjithshëm, dhe në të njëjtën kohë, në faktin se graviteti është gjithmonë tërheqës, ai tregoi se një yll që rrudhet nën forcën e gravitetit të tij mbyllët në një zonë sipërfaqja e së cilës mund të tkurret deri në madhësinë zero. Meqenëse sipërfaqja e kësaj zone tkurret deri në zero, të njëjtën gjë duhet të pësojë edhe vëllimi i saj. E gjithë lënda që përbën yllin, do të shypet në një zonë me vëllim zero, prandaj dendësia i lëndës dhe përkulja e hapësirë-kohës rriten në infinit. Me fjalë të tjera, do të kemi një singularitet që ndodhet në një zonë të hapësirë-kohës që quhet "vrimë e zezë".

Në vështrim të parë, rezultati i marë nga Penrose aplikohet vetëm për yjet, dhe nuk kishte të bënte fare me pyetjen nëse e gjithë gjithësia kishte pasur apo jo në të kaluarën e tij një veçori të tipit big-beng. Në kohën kur Penrose botoi teoremën e tij, unë isha student që merresha me kërkime dhe punoja me këmbëngulje për tezën time të doktoratës (Ph.D.)

Dy vite më parë më kishin dhënë diagnozën e ALS., e njohur si sëmundja e Lou Gehrig, ose sëmundja e neuroneve motore, duke më lënë të kuptoj se nuk do jetoja më gjatë se një ose dy vjet. Në këto rrethana, duket se nuk kishte ndonjë interes të madh që të vazhdoja punën, unë nuk e prisja të jetoja aq gjatë. Megjithatë, kaluan dy vjet dhe unë nuk e ndjeja veten keq. Në fakt, madje punët po më shkonin më mirë dhe unë u fejova me një vajzë shumë simpatike, Jane Wilde. Por që të martohesha kisha nevojë që të punoja dhe që të gjeja punë, kisha nevojë të përfundoja tezën time.

Në vitin 1965 unë kisha lexuar rreth teoremës së Penrose, se çdo trup që i nënshtronhet tkurrjes gravitacionale duhet të formojë një singularitet. Menjëherë e kuptova se po të përbysësh drejtimin e kohës në teoremën e Penrose, në mënyrë që tkurrja të kthehet në zgjerim, kushtet e teoremës nuk do të ndryshonin, me kusht që gjithësia, në vija të përgjithshme sot të ishte identike me një model

të Friedmann-it në shkallë të gjerë. Teorema e Penrose ka treguar se çdo yll që tkurret duhet të përfudojë në një singularitet; argumenti i kohës së përbysur ka treguar se çdo gjithësi e tipit të Friedmann-it që zgjerohet duhet të ketë filluar me një veçori. Për arsyen teknike, teorema e Penrose kërkonte që gjithësia të ishte e pakufishme në hapësirë. Kështu unë e përdora atë për të vërtetuar se singulariteti duhet të ketë ekzistuar vetëm në qoftë se gjithësia është zgjeruar me shpejtësi të mjaftueshme për të evituar përsëri tkurrjen (meqenëse vetëm këto modele të Friedmann-it ishin të pakufizuara në hapësirë).

Gjatë viteve të fundit, përpunova teknika të reja matematikore për ta eliminuar këtë, si dhe kushti të tjera teknike nga teoremat që mbështetnin praninë e singularitetit. Rezultati përfundimtar ishte një artikull i përbashkët i firmosur nga Penrose dhe unë në vitin 1970, që më në fund vërtetonte se duhet të ketë pasur një veçori të tipit big-beng, me kusht që relativiteti i përgjithshëm të ishte i saktë dhe se gjithësia të përbante aq materie sa ne shikojmë. Punimi ynë pati shumë kundërshtarë, pjesërisht rusë për shkak të besimit të tyre marksist mbi determinizmin shkencor, dhe pjesërisht nga ata që e ndjenin se e gjithë idea e singularitetit ishte e neveritshme dhe e prishte bukurinë e teorisë së Einstein-it. Megjithatë, në të vërtetë, është e pamundur t'i kundërvihesh një teoreme matematikore. Kështu që punimi ynë më së fundi u pranua nga të gjithë dhe sot pothuaj të gjithë pranojnë se gjithësia ka filluar me një singularitet të tipit big-beng. Për ironi të fatit, meqë ndryshova mendim, unë po mundohem të bind kolegët e mi fizikantë, se në të vërtetë nuk ka ekzistuar asnjë singularitet në fillim të gjithësisë, sikurse do ta shikojmë më poshtë, kjo singularitet mund të zhduhet duke u nisur nga momenti kur merren në konsideratë efektet kuantike.

E pamë në këtë kapitull, se në më pak se gjysëm shekulli, pikëpamjet tonë mbi gjithësinë, pikëpamje që u formuan gjatë mijëra vitesh, pësuan ndryshime të thella. Zbulimi i Hubble-it, se gjithësia po zgjerohet dhe ndërgjegjësimi i faktit mbi parëndësinë e vet planetit tonë në pafundësinë e gjithësisë, nuk ishin veçse një pikënisje. Me grumbullimin e të dhënave eksperimentale dhe atyre laboratorike, u bë gjithmonë më e qartë se gjithësia duhet të ketë pasur një fillim në kohë, derisa më në fund, në vitin 1970, kjo u vërtetua nga Penrose dhe unë, duke u bazuar në teorinë e përgjithshme të relativitetit të Einstein-it. Ky vërtetim tregon se relativiteti i përgjithshëm është një teori jo e plotë: ai nuk është në gjendje të na shpjegojë si ka filluar

gjithësia, sepse ai parashikon se të gjitha teoritë fizike, duke përfshirë edhe vetveten, azgjësohen në fillim të gjithësisë. Megjithatë, relativiteti i përgjithshëm nuk është veçse një teori e pjesshme, kështu që ajo që demonstrojnë në të vërtetë teoremat e singularitetit, është se duhet të ketë ekzistuar një kohë në gjithësinë primitiv kur gjithësia ishte aq i vogël, saqë askush nuk mund të mos përfillë më efektet në shkallë të vogël të teorisë tjetër të madhe por të pjesshme të shekullit të XX-të, të mekanikës kuantike. Kështu, në fillim të viteve 1970, ne u detyruam të ndryshojmë drejtimin e kërkimeve tona, për një njojte të gjithësisë nga teoria jonë mbi "jashtëzakonisht të madhen" në teorinë tonë mbi "jashtëzakonisht të voglën". Kjo teori e mekanikës kuantike, do të përshkruhet më tutje, përparrë se t'u kthehemë përpjekjeve për të kombinuar të dy teoritë e pjesshme në një teori të vetme, në teorinë kuantike të gjithësisë.

# 4

## PARIMI I PAPËRCAKTUESHMËRISË

Suksesi i teorive shkencore, dhe veçanërisht ai i teorisë Newtonian-e të gravitetit, e ka shtyrë një dijetar Francez Markezin de Laplace në fillim të shekullit të nëntëmbëdhjetë, të afirmojë se gjithësia ishte krejtësisht e paracaktueshme. Laplace sugjeroi se duhet të egzistonin disa ligje shkencore që do mund të na lejonin të parashikonim çdo gjë që mund të ndodhë në gjithësi, me kusht që ne të njohim gjendjen e plotë të gjithësisë në një kohë të caktuar. Për shembull, në qoftë se do të dinim pozitën dhe shpejtësinë e Diellit dhe të planeteve në një kohë të caktuar, atëherë do mund të përdornim ligjet e Newton-it për të llogaritur gjendjen e Sistemit Diellor në çdo kohë tjetër. Në këtë rast paracaktueshmëria duhet mjaft e qartë, por Laplace shkoi edhe më larg kur deklaroi se egzistonin ligje të përngjashme që kontrollonin gjithçka tjetër, duke përfshirë edhe sjelljen njerëzore.

Doktrina e paracaktueshmërisë u kundërshtua me forcë nga shumë njerëz që mendonin se ajo shkelte lirinë e Perëndisë për të ndërhyrë në botë, por ajo mbetet hipoteza shkencore më e përhapur deri në vitet e para të këtij shekulli. Një nga treguesit e parë se ky besim duhej braktisur, erdhi kur përllogaritet e bëra nga shkencëtarët Britanikë Lord Rayleigh dhe Sir James Jeans sugjeruan se një objekt i nxehjtë, ose një trup siç është një yll, duhet të rrezatojnë energji

pafundësish. Në përputhje me ligjet e kohës, një trup i nxehjtë do të duhej të rrezatonte rreze elektromagnetike (siç janë radiovalët, drita, e dukshme ose rrezet X) njëloj në të gjitha frekuencat. Për shembull, një trup i nxehjtë duhet të rrezatojë të njëjtën sasi energjie në formë valësh me frekuanca ndërmjet një dhe dy mijë miliard valë në sekondë sikurse edhe në formë valësh me frekuanca ndërmjet dy dhe tre mijë miliardë valë në sekondë. Meqenëse numri i valëve në sekondë nuk ka kufi, kjo do të thotë se energjia e plotë që rrezatohet duhet të jetë pa kufi.

Me qëllim që të shmanget ky rezultat kaq qesharak, shkencëtar gjerman Max Planck sugjeroi ne vitin 1900 se drita, rrezet X, dhe valët e tjera mund të mos rrezatohen në një sasi arbitrare, por vetëm në grupe të caktuara që ai i quajti, "kuante". Përveç kësaj, çdo kuant përbante një sasi të caktuar energjie që ishte aq më e madhe, sa më e lartë ishte frekuencia e valëve, kështu që në një frekuencë pak a shumë të lartë, rrezatimi i një kuanti të vetëm do të kërkonte një sasi më të madhe energjie se sa disponohej. Prandaj në frekuencat e larta, rrezatimi kishte për tu pakësur dhe në këtë mënyrë trupi do të humbte energji me një shpejtësi të kufizuar.

Hipoteza kuantike shpjegoi shumë mirë sasinë e gjetur të rrezeve të përhapura nga trupat e nxehjtë, por implikimet e saj mbi paracaktueshmërinë nuk u realizuan deri në vitin 1926, kur një shkencëtar tjetër gjerman, Werner Heisenberg, formuloi parimin e tij të famshëm që u quajt "parimi i papërcaktueshmërisë". Për të parashikuar pozitën e ardhshme dhe shpejtësinë e një grimce, duhet të kesh mundësi të përcaktosh me përpikmëri pozitën e saj aktuale dhe shpejtësinë e saj. Mjeti më i mirë përfshirë arritur këtë rezultat është ai që të ndriçosh grimcën duke lëshuar një rreze drite në të. Një pjesë e rrezeve të drithës do të reflektohen nga grimca në fjalë, duke treguar kështu pozitën e saj. Megjithatë, nuk do të jetë e mundur të përcaktohet pozita e grimcës më me përpikmëri se largësia ndërmjet majave (kreshtave) të valës së drithës, prandaj përfshirë përcaktuar me saktësi pozitën e grimcës lind nevoja të përdoret drita me gjatësi vale të shkurtër. Sipas hipotezës kuantike të Planck-ut, është e pamundur të përdoret një sasi arbitrarisht e vogël drite; përfshirë këtë qëllim duhet përdorur të paktën një kuanti. Ky kuanti do të trondisi grimcën dhe do ta ndryshojë shpejtësinë e saj në një mënyrë që nuk mund të parashikohet. Përveç kësaj, sa më me saktësi të duhet të përcaktohet pozita aq më e shkurtër duhet të jetë gjatësia e valës së drithës dhe kështu aq më e madhe energjia e një kuanti të vetëm. Kështu shpejtësia

e grimcës do të ndryshojë shumë. Me fjalë të tjera sa më shumë do përpiqeni të përcaktoni me saktësi pozicionin e grimcës, aq më me pak saktësi mund të përcaktoni shpejtësinë e saj, dhe anasjelltas. Heisenberg-u demonstroi se papërcaktueshmëria e pozitës së grimcës shumëzuar me papërcaktueshmërinë e shpejtësisë së saj, shumëzuar me masën e grimcës, kurrë nuk mund të jetë më e vogël se një sasi e caktuar, e cila njihet si konstantja e Planck-ut. Veç kësaj ky kufi nuk varet nga mënyra me të cilën përpinqemi të përcaktojmë pozitën ose shpejtësinë e grimcës ose nga lloji i grimcës : parimi i papërcaktueshmërisë i Heisenberg-ut është një veçori themelore e pashmangëshme e botës.

Parimi i papërcaktueshmërisë ka pasur pasoja të thella mbi mënyrën si e përfytyrojmë ne botën. Akoma prej më se pesëdhjetë vjetësh ata nuk kanë qenë vlerësuar plotësisht nga shumë filozofë dhe ende janë objekt polemikash të shumta. Parimi i papërcaktueshmërisë shënoi fundin e ëndrrës së Laplac-it mbi një teori të shkences, një model të gjithësisë që duhet të jetë plotësisht i paracaktuar : si mund të parashikosh me saktësi ngjarjet e ardhshme kur nuk ke mundësi të përcaktosh drejt as gjendjen e sotme të gjithësisë! Ne akoma do mund të imagjinonim se egzistojnë disa ligje që paracaktojnë ngjarjet me ndermjetësinë e një fuqie mbinjerëzore që do mund ta vëzhgonte gjithësinë e sotme pa ndikuar në të. Megjithatë, modele të tilla të gjithësisë nuk paraqesin ndonjë interes të madh për ne qeniet kalimtare. Duket se është më mirë të përdoret parimi i ekonomisë që njihet me emrin "brisku i Occam-it", dhe me të të eliminosh të gjitha pjesët e teorisë që nuk mund të vëzhgohen. Kjo metodë i nxiti Heisenberg-un, Erwin Schrödingerin dhe Paul Dirac-un, në vitet 1920, që ta riformulojnë mekanikën në një teori të re të bazuar në parimin e papërcaktueshmërisë në mekanikën kuantike. Sipas kësaj teorie grimcat nuk kanë më pozicione të veçuara dhe të përkufizuara mirë, as shpejtësi që do mund të mos vëzhgohen. Në vend të tyre, ato kishin një gjendje kuantike që është një kombinim i pozicionit dhe i shpejtësisë.

Në përgjithësi mekanika kuantike nuk parashikon një rezultat të vetëm të përcaktuar mirë për një vëzhgim të dhënë. Në vënd të kësaj, ajo parashikon një numër rezultatesh të mundshëm dhe të ndryshëm, dhe na tregon se sa i mundshëm është secili nga këto. Kjo do të thotë, se po të bësh të njëjtën matje, mbi një numër të madh sistemesh të përngjashëm, ku secili prej tyre të ketë filluar në të njëjtën

mënyrë, mund të gjendet se rezultati i matjes mund të ishte A në një numër të caktuar rastesh, B në një numër tjetër rastesh dhe kështu me radhë. Mund të parashikohet përafërsisht sa herë rezultati do të ishte A ose B, nuk do të mund të parashikohet rezultati specifik i një matjeje të veçantë. Në këtë mënyrë mekanika kuantike fut në shkencë një element të paevitueshmë paparashikueshmërie ose rastësije. Kjo u kundërshtua me vendosmëri nga Einstein-i, pavarësisht nga kontributi i madh i tij në zhvillimin e këtyre ideve. Anjshtajni meritoi çmimin Nobel për kontributin e tij në teorinë Kuantike. Megjithëatë, Einstein-i nuk e pranoi kurrë idenë se gjithësia drejtuhej nga rastësia; ai shprehu ndjenjat e tij në formulën e famshme "Perendia nuk luan me zare". Shumë shkencëtarë të tjerë, megjithatë ishin të prirur ta pranonin mekanikën kuantike sepse ajo përputhej ne mënyrë të përsosur me eksperimentin. Si teori jashtëzakonisht e suksesshme, ajo qëndron në themel të pothuaj gjithë shkencës moderne dhe teknologjisë. Ajo përcakton veçoritë e tranzistorëve dhe te qarqeve të integruara, që janë përbërësit kryesorë të aparateve elektronike si televizori dhe kompjuterat dhe gjithashtu është baza e kimisë moderne dhe e biologjisë. Të vetmet fusha të shkencës fizike në të cilat mekanika kuantike nuk është futur ashtu si duhet janë graviteti dhe makrostruktura e gjithësisë.

Megjithëse drita përbëhet nga valë, hipoteza kuantike e Planckut na tregon se në një farë mënyrë ajo sillet sikur të ishte përbërë nga grimca: ajo mund të emetohet ose të absorbohet në formë paketash, ose kuantesh. Po ashtu, parimi i papërcaktueshmërisë i Heisenbergut nënkupton se në disa drejtime grimcat të sillen si valë: ato nuk kanë një pozicion të përcaktuar por janë vendosur sipas një shpërndarjeje të caktuar probabiliteti. Teoria e mekanikës kuantike është bazuar mbi një gjini matematike krejt të re që nuk përshkruan më botën reale në formën e grimcave dhe të valëve; vetën vëzhgimet e botës mund të përshkruhen në këtë mënyrë. Pra, në mekanikën kuantike ka një dualitet ndërmjet valëve dhe grimcave: në disa raste, është më me interes të merren grimcat për valë dhe për qëllime të tjera është më mirë të merren valët si grimca. Një pasojë e rëndësishme e këtij fakti është mundësia që të vëzhgosh atë që vërehet si interferencë ndërmjet dy grupeve valësh ose grimcash. Kjo do të thotë se kreshtat e një grupei valësh mund të koincidojnë me pjesët më të thelluara të një grupei tjetër. Të dy grupet e valëve, në këtë mënyrë do

një  
htu  
të  
një  
acë  
zjo  
iga  
toi  
të,  
ia;  
an  
ta  
të  
le,  
re  
të  
si  
le  
it  
e

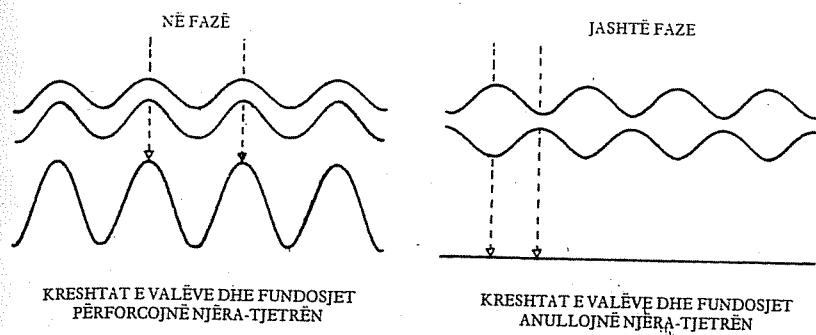


FIG. 4.1.

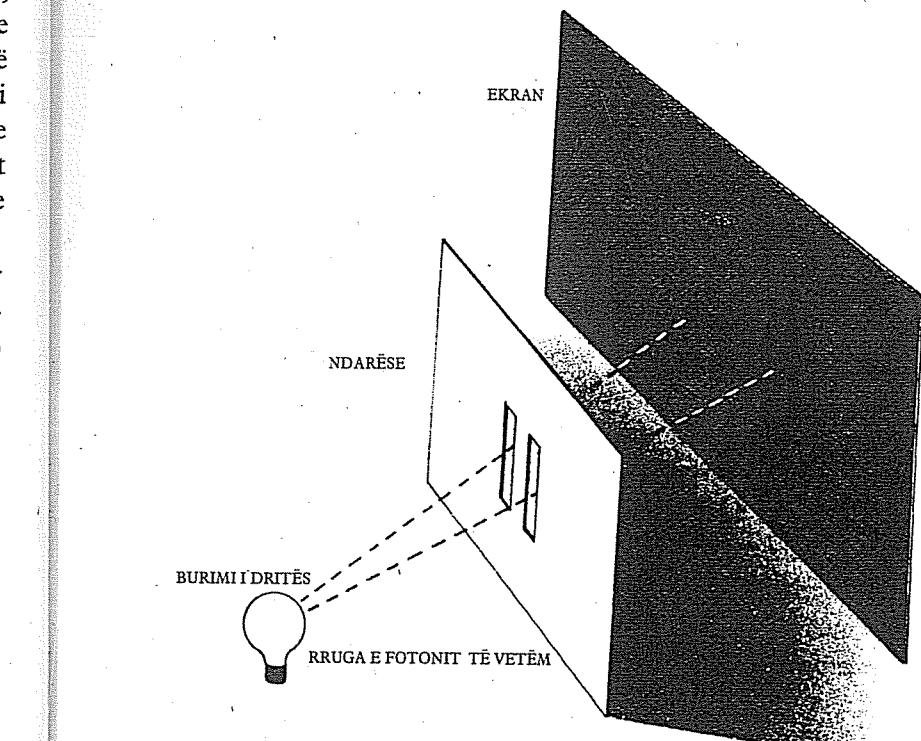


FIG. 4.2.

të anullojnë njëri-tjetrin, në vend që të bashkohen me njëri-tjetrin për të dhënë një valë më të fuqishme sikurse mund të pritej. (Fig.4.1). Një shembull i njohur interference në rastin e dritës janë ngjyrat që shpesh shikohen në fluskat e sapunit. Këto shkaktohen nga pasqyrimi i rrezeve të dritës që përshkojnë të dy anët e shtresës së hollë të ujut që formon fluskën. Drita e bardhë përbëhet nga valët e dritës me gjatësi të ndryshme vale, ose ngjyra. Për disa gjatësi vale kreshtat e valeve që pasqyrohen nga njëra anë e shtresës së fluskës koincidenjtë me pjesët më të thella që pasqyrohen nga ana tjetër. Ngjyrat që u korrespondojnë këtyre gjatësi valësh mungojnë nga drita e pasqyruar, e cila në këtë mënyrë paraqitet e ngjyrosur.

Interferenca mund të ndodhë edhe me grimcat për shkak të dualitetit të dhënë nga mekanika kuantike. Një shembull i famshëm, është ai që quhet “eksperimenti i dy të çarave”. Fig.4.2. Të marrim një ndarëse që ka dy të cara të ngushta dhe paralele. Nga njëra anë e ndarëses, vendoset një burim drite me ngjyrë të veçantë (d.m.th. me gjatësi vale të dhënë). Pjesa më e madhe e dritës do të godasë ndarësen, por një sasi e vogël do të kalojë nëpër të çarat. Pastaj supozojmë se vendosim një ekran ne anën tjetër të ndarëses në raport me burimin e dritës. Çdo pikë e ekranit do të marë valë që kalojnë nëpër dy të çarat. largësia që do duhet të përshkruajë drita nga burimi i saj deri tek ekrani nëpër dy të çarat do të jetë e ndryshme. Valët që vijnë nga secila e çarë nuk do të jenë pra në fazë me njëra-tjetrën kur ato do të gadosin ekranin: në disa vende valët do të fshijnë njëra-tjetrën, dhe në vende të tjera do të përforcojnë njëra-tjetrën. Rezultati do të jetë një tip karakteristik “xhufkash” të ndriçuara dhe të errëta.

Eshëtë për tu shënuar se i njëjtë tip xhufkash do të shfaqen po të zëvendësohet burimi i dritës nga një burim grimcash si p.sh. elektrone me shpejtësi të dhënë (kjo do të thotë se valët koresponduese do të kenë një gjatësi vale te caktuar). Në këtë rast ndodh një fakt kurioz sepse po të kishte vetëm një të çarë, nuk do vërehej as një lloj xhufke, por vetëm një shpërndarje uniforme e elektroneve në ekran. Kështu, mund të mendohet se prania e të çarës tjetër do të friste numrin e elektroneve që godasin çdo pikë të ekranit, por për shkak të interferencave të tyre, numri i elektroneve, në disa vende do të zgjedhjet. Në qoftë se elektronet nuk i kalojnë të çarat në të njëjtën kohë por veç e veç atëherë do të pritej i njëjtë fenomen sikur të ekzistonte vetëm një e çarë - do të ndodhët një shpërndarje uniforme

trin  
1.1).  
t që  
imi  
ujit  
me  
at e  
vjnë  
ë u  
iar,  
  
: të  
ëm,  
im  
ë e  
me  
en,  
se  
uin  
të  
eri  
ga  
të  
he  
të  
  
të  
ne  
të  
  
oz  
e,  
u,  
e  
të  
të  
ën  
të  
ie

e elektroneve në ekran. Në të vërtetë, megjithatë, edhe kur elektronet i kalojnë të çarat veç e veç, xhufkat prapë formohen. Kështu çdo elektron, duhet të kalojë të dy të çarat në të njëjtën kohë!

Fenomeni i interferencës ndërmjet grimcave ka qenë vendimtar për të kuptuar strukturën e atomeve, njësi bazë të kimisë dhe biologjisë, që gjithashtu janë edhe komponentët prej të cilëve jemi formuar, dhe nga të cilët është formuar çdo gjë, që na rrethon. Në fillim të këtij shekulli mendohej se atomet i ngjanin planetëve që rrotulloheshin rrëth Diellit, me elektronet (grimca me ngarkesë elektrike negative) që rrotulloheshin rrëth një bërrhame qendrore, që kishte ngarkesë elektrike pozitive. Tërheqja ndërmjet ngarkesave pozitive dhe negative u supozua se i mbante elektronet në orbitat e tyre në të njëjtën mënyrë me të cilën tërheqja gravitacionale ndërmjet Diellit dhe planetëve i mban planetet në orbita. Ajo që nuk shkonte me këtë shpjegim ishte se ligjet e mekanikës dhe të elektricitetit, përpara zbulimit të mekanikës kuantike, parashikonin se elektronet duhej ta humbisnin energjinë dhe kështu duke bërë levizje spirale drejt qendrës do të përplaseshin me bërrhamën. Kjo do të thoshte se atomi, dhe sigurisht e gjithë materia duhej të tkurrej me shpejtësi deri në një gjendje dendësia shumë të lartë. Një zgjidhje e pjesshme e këtij problemi u gjet nga shkencëtari danez Niels Bohr në vitin 1913. Ai sugjeroi se ndoshta elektronet mund të mos janë në gjendje të rrotullohen në çdo lloj distance nga bërrhama qendrore por vetëm në një largësi specifike të caktuar. Po të supozohej gjithashtu se vetëm një ose dy elektrone do të rrotulloheshin në njëren ose në tjetrën nga këto largësia, problemi i tkurjes së atomit do të ishte zgjidhur sepse elektronet nuk do të kishin pasur më mundësi të zbrisnin me lëvizje spirale por derisa të mbushnin orbitat me largësi dhe energji minimale dhe jo më tutje.

Ky model shpjegoi mjaft mirë strukturën e atomit më të thjeshtë të hidrogenit i cili ka vetëm një elektron që rrotullohet rrëth bërrhamës. Por nuk ishte e qartë si mund të aplikohet për atomet më të komplikuara. Përveç kësaj, ideja e një grupi të kufizuar orbitash të autorizuara dukej shumë arbitrale. Teoria e re e mekanikës kuantike e zgjidhi këtë vështirësi. Ajo tregoi se një elektron që rrotullohet rrëth bërrhamës mund të konsiderohet edhe si valë, me një gjatësi vale që varet nga shpejtësia e saj. Për disa orbita, gjatësia e saj duhet t'i korespondojë një numri të tërë (në ndryshim me një numër të

fraksionuar) gjatësie vale të elektronit. Për këto orbita maja e valës duhet të jetë në të njëjtën pozitë gjatë çdo rrotullimi, kështu që valët do të rriteshin: Këto orbita do ti korespondonin orbitave të pranuara nga Bohr-i. Megjithatë, për orbitat gjatësia e të cilave nuk ishte me gjatësi vale me numër të plotë, çdo majë vale do mund të anullohej nga pjesa e poshtme e valës tjetër gjatë rrotullimit të elektroneve; Këto orbita nuk do të lejoheshin.

“Integralja e rrugëve” e propozuar nga shkencëtarri Amerikan Richard Feynman përbën një mënyrë têrheqëse për të vizualizuar dualitetin valë/grimcë. Sipas kësaj metode, grimca nuk ndjek një rrugë të vetme, ose një trajktore në hapësirë/kohë, si do të ndodhë ne rastin e një teorie klasike jokuantike. Supozohet se ajo kalon nga A drejt B nëpërmjet të gjitha trajktoreve të mundshme. Në secilën trajktore janë shoqëruar dy numra : njëri përfaqëson madhësinë e valës dhe tjetri pozitën e saj në cikël (d.m.th. Në një kreshtë ose në pjesën më të thelle të valës). Probabiliteti për të arritur tek B duke u nisur nga A realizohet duke mbledhur valët e të gjitha trajktoreve. Në përgjithësi, po të krahasosh një grup trajktoresh të afërta do konstatosh se fazat ose pozicionet në cikël do të ndryshojnë shumë. Kjo do të thotë se valët e shoqëruara me këto trajktore, pothuaj do ta anullojnë njëra-tjetrën. Megjithatë për ndonjë grup trajktoresh të afërta, faza nuk do të ndryshojë shumë nga një trajktore tek tjetra. Valët e këtyre trajktoreve nuk do të anullohen.

Me terma matematike konkrete ishte relativisht lehtë që me ndihmën e këtyre ideve, të llogariteshin orbitat e autorizuara për atome më kompleks se hidrogjeni, si dhë për molekulat, e përbëra nga një numër atomesh që mbahen së bashku nga elektronet që qarkullojnë në orbita rreth më shumë se një bërtthame. Qëkur struktura e molekulave dhe ndërveprimet e tyre qëndrojnë në themel të kimisë dhe të biologjisë, mekanika kuantike në parim na lejon të parashikojmë pothuaj çdo gjë që na rrethon, por brenda kufijve që na lejon parimi i papërcaktueshmërisë (në praktikë, megjithatë, llogaritjet e nevojshme për sisteme me më shumë elektrone janë aq komplekse saqë ne nuk jemi në gjendje t'i realizojmë).

Teoria e përgjithshme e relativitetit e Einstein-it duket se qeverisë strukturën në shkallë të gjërë të gjithësish. është një teori që cilësohet si klasike, d.m.th. se ajo nuk merr parasysh parimin e papërcaktueshmërisë të mekanikës kuantike, sikurse do të duhej për

tu pajtuar me teoritë e tjera. Arsyja që kjo nuk çon në ndonjë mospërputhje me vëzhgimet, është se të gjitha fushat gravitacionale që ne u nënshstrohem normalisht, janë shumë të dobëta. Megjithatë, teoremat e singularitetit që u diskutuan më sipër, tregojnë se fusha gravitacionale duhet të bëhet shumë e fuqishme të paktën në dy situata: vrimat e zeza dhe big-bengu. Në fusha të tillë të fuqishme, efektet e mekanikës kuantike duhet të jenë të rëndësishme. Pra, në një drejtim, relativiteti i përgjithshem klasik, duke parashikuar egzistencën e pikave me dendësi të pafund, parashikon fundin e tij, në të njëjtën mënyrë sikurse mekanika klasike (d.m.th. jokuantike), parashikon humbjen e vet duke sugjeruar se atomet, duhet të tkurreshin deri në një dendësi të pafund. Ne nuk kemi akoma një teori të plotë të përshtatshme që të njësojë relativitetin e përgjithshëm dhe mekanikën kuantike, por ne njohim disa tipare që ajo duhet të ketë. Pasojat e këtyre të fundit mbi vrimat e zeza dhe big-bengun do të përshkruhen në kapitujt e ardhshëm. Megjithatë, tanë për tanë le t'i kthehem përpjekjeve të fundit për të grumbulluar njojuritë tona mbi forcat e tjera të natyrës në një teori kuantike të vetme dhe të njësuar.

# 5

---

## GRIMCAT ELEMENTARE DHE FORCAT E NATYRËS

---

Sipas Aristotelit e gjithë lënda në gjithësi përbëhej nga katër elemente themelore: toka, ajri, zjarri dhe uji. Këto elemente i nënshtronsheshin dy forcave: gravitetit, d.m.th. tendenca e tokës dhe ujit për të rënë poshtë dhe lehtësia ose tendenca e zjarrit dhe ujit për t'u ngritur lart. Një ndarje e tille e përbërësve të gjithësisë në lëndë dhe forca përdoret edhe sot.

Aristoteli gjithashtu mendonte se lënda ishte e vazhdueshme, d.m.th. se mund të ndahet një pjesë e lëndës në copa gjithmonë më të vogla, por pa kufi: por nuk do të arrihet kurrë deri në masën sa ajo të mos ndahet edhe më tutje. Megjithatë ndonjë filozof grek, si Demokriti, mendonte se lënda ka përbajtje thërmijash dhe se çdo gjë është përbërë nga sasi të mëdha llojesh të ndryshme atomesh. (Në gjuhën greke fjala atom do të thotë “i pandashëm”). Për shekuj me rradhë, polemika vazhdoi pa asnjë provë reale në favor të njërisë apo tjetrës palë, por në vitin 1803 kimisti dhe fizikanti Britanik John Dalton, vuri në dukje se fakti që përbërësit kimik gjithmonë kombinoheshin në përpjeste të caktuara mund të shpjegohet vetëm me rigrupimin e atomeve për të formuar njësi të veçanta të quajtura molekula. Megjithatë, debati ndërmjet të dy shkollave të mendimit nuk u mbyll përfundimisht në favor të atomistëve vetëm se në vitet e

para të këtij shekulli. Një nga elementët e rëndësishëm të provës fizike u dha nga Einstein-i. Në një artikull të shkruar në vitin 1905, disa javë para artikullit të famshëm mbi relativitetin special Einstein-i theksonte se ajo që quhej levizje Brownian-e - lëvizja e parregullt dhe e rastësishme e grimcave të vogla pluhuri të varura në një lëng - mund të shpjegohet si efekt i atomeve të lëngut që përplasen me grimcat e pluhurit.

Në këtë kohë kishin lindur dyshimet në lidhje me pandashmërinë e atomeve. Disa vite më parë, një anëtar i Trinity College, në Cambridge, J. J. Tomson, kishte vërtetuar ekzistencën e një grimce lënde të quajtur elektron, që kishte një masë më të vogël se një e mijta e masës së atomit më të lehtë. Ai përdori një diapositiv të përngrashëm me një tub katodik modern të TV: një fije metalike e nxehur deri në skuqje lëshonte elektrone, dhe me qenë se ato janë me ngakesë elektrike negative, mund të përdorej një fushë elektrike për t'i shpejtuar në drejtim të një ekrani të veshur me fosfor. Kur elektronet goditnin ekrinan prodhoheshin shkrepëtima drite. Shpejt u kuptua se këto elektrone duhej te vinin nga vetë brendija e atomeve, dhe në vitin 1911, fizikanti Britanik Ernest Rutherford më pë fund tregoi se atomet e lëndës kanë strukturë të brendshme: ato janë formuar nga një bërthamë jashtëzakonisht të vogël me ngarkesë pozitive, dhe një numër elektronesh që rrullohen rrithë saj. Ai arriti në këtë përfundim duke analizuar mënyrën me të cilën grimcat afila me ngarkesë pozitive të lëshuara nga atomet radioaktive, ndryshojnë drejtim kur përplasen me atomet.

Fillimi i mendua se bërthama është atomit përbëhej nga elektronet dhe një numër i ndryshëm grimcash me ngarkesë pozitive të quajtura protone nga fjala greke që do të thotë "i parë" sepse besohej se përbënte njësinë themelore nga e cila formohet lënda. Megjithatë, në vitin 1932 një koleg i Rutherford-it në Cambrige, James Chadwick, zbuloi se bërthama përmبante edhe një grimcë tjetër, të quajtur neutron, që kishte pothuaj të njëjtën masë si protoni, por pa ngarkesë elektrike. Përkëtë zbulim Chadwick u nderua me çmimin Nobel dhe u zgjodh Master i Gonville dhe Caius College, në Cambrige (Kolegji ku unë bëj pjesë). Më vonë ai dha dorëheqjen për shkak të mosmarrveshjeve me antarët e tjerë. Në kolegji u zhvilluan debate të ashpra kur një grup të rinjsh, të kthyer nga lufta kishin votuar përlargimin e një numri të madh anëtarësh më të moshuar që jepnin

mësim prej një kohe të gjatë. Kjo ndodhi para ardhjes time, unë u pranova në këtë institucion në vitin 1965, në fund të këtij konflikti, kur divergjencia të përngjashme detyruan një tjetër master fitues të çmimit Nobel, Sir Nevill Mott, të japë dorëheqjen.

Deri rrëth 20 vjet më parë, mendohej se protonet dhe elektronet ishin grimca "elementare", por eksperimentet e bëra ku protonet u përplasën me shpejtësi të madhe me protone të tjera ose me elektrone, treguan se në fakt ato përbëhen nga grimca më të vogla. Këto grimca u quajtën "kuarke" nga fizikanti i Caltech Murray Gell-Mann, të cilil ju dha çmimi Nobel në vitin 1969 për punën e tij mbi to. Origjina e këtij emri është një thërmijë misterioze e James Joyce: "tre kuarke për zotin Mark!". Fjala kuark supozohet të shqiptohet si kuart, por me një K në fund në vend të gërmës t, por zakonisht prononcohet që të bëjë rimë me fjalën hark!

Ekziston një numër varietetesh të ndryshme kuarkesh: ato përimbajnë të paktën gjashtë "shije" që neve do ti quajmë up, down, strange, charmed, botton dhe top (lart, poshtë, çuditshëm, hijshëm, fund, majë). Çdo shije mund te paraqesë tre "ngjyra" të ndryshme e kuqe, e gjelber dhe blu. (Duhet theksuar se këto emra janë vetëm etiketa: kuarket janë shumë më të vegjël sa gjatësia e valeë së dritës së dukshme, prandaj ato nuk kanë ndonjë ngjyrë në kuptimin e vërtetë të fjalës. Fizikantët modernë duket se kanë më tepër imagjinatë për ti pagëzuar grimcat e reja dhe fenomenet - ata nuk mjaftohen më me etimologjinë greke!). Protoni ose neutroni përbëhet nga tre kuarke. Një për çdo ngjyrë. Një proton përmban dy kuarke "up" dhe një quarck "down", një neutron përmban dy "down" dhe një "up". Ne mund të krijojmë grimca të përbëra nga kuarket e tjera (strange, charmed, botton dhe top), por të gjithë këta kanë një masë shumë më të madhe dhe zbërthehen shumë shpejt në protone dhe neutrone.

Ne sot ë dimë se as atomet, as protonet e neutronet nuk janë të pandashëm. Atëherë lind pyetja: kush janë grimcat e vërteta elementare, lënda ndërtuese themelore prej së cilës përbëhet gjithshka? Meqenëse gjatësia e valës së dritës është shumë më e madhe se madhësija e një atomi, ne nuk mund të shpresojmë që t'i shikojmë pjesët e një atomi me rrugën e zakonshme. "Ne na duhet të kërkojmë diçka që ka një gjatësi vale shumë më të vogël. Sikurse e pamë në kapitullin e mëparshëm, mekanika kuantike na tregon se të gjitha grimcat në fakt janë valë dhe sa më e madhe do të jetë energjia e

grimcës aq më e vogël do të jetë gjatësija e saj e valës. Gjithashtu, përgjigja më e mirë që ne mund t'i japim pyetjes tonë varet nga madhësia e energjisë së grimcës, sepse kjo do të përcaktojë vogëlsinë e shkallës së gjatësisë me të cilën ne do mund ta shikojmë. Këto energji të grimcave zakonisht maten me njësi të quajtura elektron-volt. (Në eksperimentet e Thomson-it mbi elektronet kemi parë se ai për të shpejtuar elektronet, kishte përdorur një fushë elektrike; energjia që fiton një elektron në një fushë elektrike prej një volti, përbën atë, që quhet një elektron-volt). Në shekullin e nëntëmbëdhjetë, kur të vetmet energji të grimcave që njerëzit dinin si t'i përdornin ishin energjitet e ulëta prej pak elektron-voltesh të prodhua nga reaksionet kimike si oksidimi, mendohej se atomet ishin njësítë më të vogla. Në eksperimentin e Rutherford-it grimcat alfa kishin energji prej shumë milionë elektron-volt. Më vonë, ne mësuam si të përdorim fushat elektromagnetike për të prodhuar grimca energjetike prej milionë dhe miliardë elektron-volt. Kështu ne e dimë se grimcat para njëzet vjetëve, i quanin si "elementare", në fakt, janë të përbëra nga grimca më të vogla. A është e mundur që, në të ardhmen, duke përdorur energji edhe më të mëdha, edhe këto të rezultojnë të përbëra nga grimca edhe më të vogla? Sigurisht është e mundur, por ne kemi disa arsyet e mira teorike që të mendojmë se ne zotërojmë, ose nuk jemi akoma larg që të zotërojmë njojurinë mbi gurët e fundit të ndërtimit të natyrës.

Duke përdorur dualitetin valë/grimcë për të cilën folëm në kapitullin e fundit është e mundur të përshkruhet si grimcë çdo gjë që ekziston në gjithësi përfshirë këtu drithën dhe gravitetin. Këto grimca kanë një veçori që quhet "spin". Një mënyrë për ta paraqitur këtë spin është t'i përfytyrosh grimcat si një fugë e vogël që rrullohet ireth një boshti. Megjithatë, ky krahasim mund të na gjenjejë, sepse mekanika kuantike thotë se grimcat nuk kanë ndonjë bosht të përcaktuar mirë. Ajo që spini i një grimce përfaqëson në të vërtetë, është pamja e tij kur vështrohet nga drejtime të ndryshme. Një grimcë me spinë 0 i ngjan një pike :ajo duket njëlloj në çdo drejtim që ta shikosh (Fig.51-i). Nga ana tjeter, një grimcë me spinë 1 ngjan me një shigjetë, ajo duhet ndryshe kur shikohet nga drejtime të ndryshme (Fig. 5, 1-ii). Vetëm nëse pëson një rrullim të plotë (360 gradë) grimca duhet si më parë. Një grimcë me spine 2 i ngjan një shigjetë me dy koka (Fig.5.1-iii) ajo duket njëlloj në qoftë se pëson një gjysëm

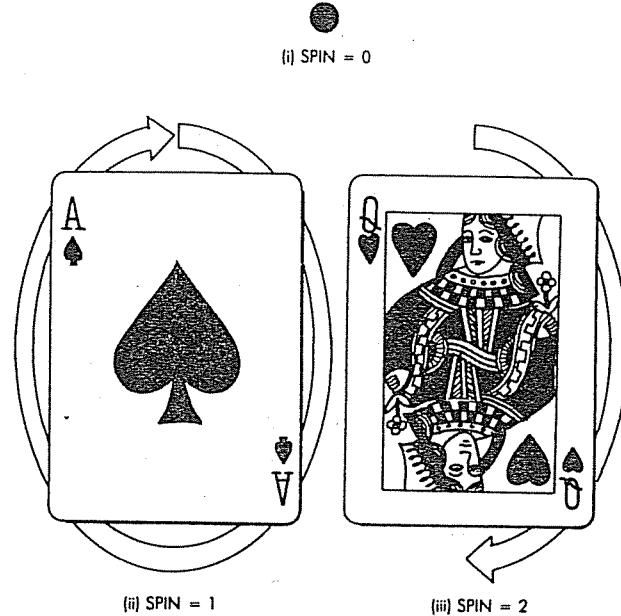


FIG. 5.1.

rrotullimi (180 gradë). Po ashtu grimcat me spin më të lartë kanë pamje identike kur bëjnë rrotullime të ndryshme më të vogla se një rrotullim të plotë. Të gjitha këto duken të thjeshta, por fakt i çuditshëm është se ka grimca që nuk duken njëlloj edhe kur bëjnë një rrotullim të plotë: duhen dy rrotullime të plota që të marrin pamjen e plotë fillestare! Grimca të tilla kanë një spinë  $1/2$ .

Të gjitha grimcat që njihen në gjithësi mund të ndahen ne dy grupe; Grimca me spin  $1/2$  të cilat përbëjnë të gjithë lëndën në gjithësi dhe grimca me spinë  $0, 1$ , dhe  $2$ , të cilat, do ta shikojmë më tutje përfaqësojnë forcat ndërmjet grimave të lëndës. Grimcat e lëndës i nënshtronen atij që quhet parimi i përjashtimit i Paul-it. Ky u zbulua në vitin 1925 nga një fizikant austriak, Wolfgang Pauli - për të cilin mori çmimin Nobel në vitin 1945. Ai ishte arketipi i fizikantit teorik; për të thuhej se vetë pranija e tij në të njëjtin qytet do të shkaktonte dështimin e eksperimenteve! Parimi i tij i përjashtimit thotë se dy grimca të përngjashme nuk mund të ekzistojnë në të njëjtën gjendje, d.m.th. se ato nuk mund të zenë të njëjtin pozicion, dhe të njëjtën shpejtësi brenda kufijve të dhënë nga parimi i papërcaktueshmërise.

Parimi i përjashtimit është shumë i rëndësishëm, ai shpjegon pse grimcat e lëndës nuk tkurren deri në një gradë shumë të lartë dendësia nën veprimin e forcave që prodhohen nga grimcat me spinë 0, 1 dhe 2: në qoftë se grimcat e lëndës kanë pothuaj të njëjtën pozitë, ato duhet të kenë shpejtësi të ndryshme, gjë që do të thotë se ato nuk do të qëndrojnë gjatë në të njëjtën pozitë. Në qoftë se bota do të ishte krijuar pa parimin e përjashtimit, kuarket nuk do të kishin formuar protone dhe neutrone të ndarë dhe të përkufizuarë mirë. Të gjitha këto grimca do të ishin tkurrur për të formuar një "supë" të dendur, pak a shumë uniforme.

Deri në vitin 1928 kur Pol Dirak propozoi një teori të tij, nuk kishte një njohje të saktë mbi elektronin dhe grimcat e tjera me spine 1/2; më vonë ai u zgjodh në Lucasian Professorship of Mathematics ne Kembrixh (i njëjtë professorship që kishte dikur Njutoni dhe që e kam unë tani). Teoria e Dirakut ishte e para e kesaj natyre që përputhej si me mekanikën kuantike ashtu edhe me teorinë speciale te reaktiviteti. Ajo shpjegoi matematikisht perse elektri kisht espine 1/2 d.m.th. Përse nuk kishte të njëjtën pamje po të pësonte një rrotullim të plotë, por vetëm mbas dy rrotullimeve të plota. Ajo gjithashtu parashikoi se elektri duhet të ketë një partner: një antielektron ose pozitron. Zbulimi i pozitronit në vitin 1932 konfirmoi teorinë e Dirakut dhe përfshi këtë u nderua me çmimin Nobel për fizikën në vitin 1933. Ne tanë e dimë se çdo grimcë ka një antigrimcë, me të cilën mund të asgjësohet.(Në rastin e grimcave forcë-mbajtëse, antigrimcat janë të njëjta me yetë grimcat). Mund të ekzistojnë antibote dhe antinjerëz që përbëhen nga antigrimcat. Megjithatë, në qoftë se takoni antiveten tuaj mos ia shtrëngoni dorën! Që të dy do të zhdukeni në një shkërpim të madhe drite. Pse duhet të ketë rrëth nesh më shumë grimca se sa antigrimca? Kjo pyetje është jashtëzakonisht e rëndësishme, prandaj unë do të kthehem më tutje në këtë kapitull.

Sipas mekanikës kuantike, forcat ose ndërveprimet ndërmjet grimcave të lëndës supozohet se barten nga grimca me spin të plotë - 0, 1 ose 2. Ajo që ndodh është se në grimcë lënde si përshebull një elektron ose një kuark, lëshon një grimcë forcë-bartëse. Zbrapsja që shkaktohet nga kjo shkëputje e ndryshon shpejtësinë e grimcës së lëndës. Pastaj grimca force bartëse përplaset me një tjetër grimce lënde, dhe thithet prej saj. Kjo përplasje ndryshon shpejtësinë e grimcës së

dytë njelloj sikur të ekzistonte një forcë ndërëjet dy grimcave te lëndës.

Grimcat forcë-bartëse kanë një veçori të rëndësishme, ato nuk i nënshtron parimit të përjashtimit. Kjo do të thotë se numri i grimcave që mund të shkëmbohen nuk ka kufi dhe për këtë arsy e ato mund të prodhojnë një forcë të fuqishme. Megjithatë, në qoftë se grimcat forcë-bartëse kanë masë të madhe, do të jetë e vështirë që ato të prodhohen dhe të shkëmbohen në largësi te madhe. Gjithashtu, forcat që ata bartin do kenë vetëm një rreze të vogël veprimi. Nga ana tjetër, në qoftë se grimcat forcë-bartëse nuk kanë asnjë masë në vetvete, forcat që ato prodhojnë mund të kenë një rreze të madhe veprimi. Këto grimca forcë-bartese që shkëmbohen ndërmjet grimcave të lëndës quhen "virtuale" sepse në ndryshim nga grimcat e vërteta, ato nuk mund të vihen në dukje drejtpërsërdrejti me anën e detektorit të grimcave. Megjithatë, ne e dimë se ato ekzistojnë, sepse ato kanë një efekt të matshëm: ato shkaktojnë interferenca ndërmjet grimcave të lëndës. Grimcat me spin 0, 1 dhe 2 gjithashtu, në disa rrethana ekzistojnë si grimca të vërteta, kur ato mund të zbulohen drejt përsëdrejti. Në këtë rast ato do të na paraqiteshin (sikurse do t'i kuante një fizikant klasik) si valë, të ngashme me valët e drithës ose valët gravitacionale. Nganjëherë ato mund të emetohen kur grimcat e materies ndërveprojnë me njëra-tjetrën duke shkëmbyer grimca virtuale forcë-bartëse. (Për shembull, forcat shtytëse elektrike ndërmjet dy elektroneve i detyrohet shkembimit të fotoneve virtuale, të cilët kurrë nuk mund të zbulohen drejt persëdrejti; por në qoftë se një elektron kalon pranë një elektroni tjetër, atëherë mund të emetohen fotone të vertetë që ne mund t'i kapim si valë-drift).

Grimcat forcë-bartëse mund të grupohen në katër kategori në përputhje me intensitetin e forcës që bartin, si dhe me grimcat me të cilat bashkëveprojnë. Duhet theksuar se kjo ndarje në katër klasa është artificiale, ajo është e përshtatshme për ndërtimin e teorive pjesëshme, por mund të mos korespondojë me asgjë më të thelluar. Në fund të fundit, një numër i madh fizikantësh shpresojnë të gjejnë një teori të njësuar që do t'i shpjegonte të katër forcat si aspekte të ndryshme të një force të vetme. Natyrisht, shumë do të thonin se ky është objektivi kryesor i fizikës së sotme. Kohët e fundit janë bërë përpjekje të suksesshme për të njësuar tre nga katër kategoritë e forcës - dhe unë do t'i përshkruaj ato në këtë kapitull. Problemin e njësimit të kategorisë tjetër, d.m.th. gravitetit, do ta lejmë për më vonë.

Kategoria e parë është forca gravitacionale. Kjo forcë është universale, d.m.th. çdo grimcë e ndjen forcën e gravitetit, në përputhje me masën ose energjinë e saj. Forca e gravitetit është më e dobta në krasim me forcat e tjera; ajo është aq e dobët saqë ne nuk do ta dallonim fare sikur të mos kishte dy veçori kryesore: " Ajo mund të veprojë në largësia shumë të mëdha dhe është gjithmonë têrheqëse. Kjo do të thotë se forcat gravitacionale shumë më të dobta ndërmjet grimcave të veçanta të dy trupave të mëdhenj siç janë Toka dhe Dielli, mund të bashkohen së bashku për të dhënë një forcë sinjifikative. Tre forcat e tjera ose kanë rreze të shkurtër veprimi, ose nganjëherë janë têrheqëse dhe herë të tjera shtytëse. Kështu që ata kanë prirje për tu asgjësuar. Në këndëvështrimin e mekanikës kuantike të fushës gravitacionale, forca ndërmjet dy grimcave të materies pëershruhet si e bartur nga një grimcë me spin 2 dhe që quhet "graviton". Kjo grimcë nuk ka masë të vetën, kështu, që forca që ajo bart ka një rreze të madhe veprimi. Forca gravitacionale ndërmjet Diellit dhe Tokës i atribohet shkëmbimit të gravitoneve ndërmjet grimcave që përbëjnë këto dy trupa. Megjithëse grimcat e shkëmbyera janë virtuale, në fakt ato prodhojnë një efekt të matshëm- ato bëjnë që Toka të rrullohet rrëth Diellit! Gravitonet e vërtetë përbëjnë atë që fizikantët klasik quanin valë gravitacionale, të cilat janë shumë më të dobëta - dhe aq vështirë për tu zbuluar saqë akoma deri më sot nuk janë vëzhguar.

Kategoria tjetër përbëhet nga forca elektromagnetike e cila bashkëvepron me grimcat që kanë ngarkesë elektrike si elektronet dhe kuarket, por jo me grimcat e pangarkuara siç janë gravitonet. Ajo është shumë më e fuqishme se forca gravitacionale : Forca elektromagnetike ndërmjet dy elektronëve është rrëth një milion miliardë, miliardë, miliardë, miliardë herë (1 me dyzet e dy zero pas) më e madhe se forca gravitacionale. Megjithatë, ka dy lloje ngarkesh elektrike, njëra pozitive dhe tjetra negative. Forca ndërmjet dy ngarkeshave pozitive është shtytese, sikurse eshtë edhe forca ndërmjet dy ngarkeshave negative, por forca është têrheqëse ndërmjet një ngarkese pozitive dhe një tjetre negative. Një trup i madh sikurse është Toka ose Dielli përbajnjë pothuajse të njëtin numër ngarkesh pozitive dhe negative. Në këtë mënyrë forcat têrheqëse dhe ato shtytese ndërmjet çdo grimce të veçantë po thuaj neutralizojnë njëratjetrën dhe kështu nuk do të mbetet veçse një force shumë e dobët elektromagnetike ndërmjet tyre. Megjithatë në përmasat e vogla të atomeve dhe molekulave, forca elektromagnetike dominojnë. Têrheqja elektromagnetike ndërmjet elektroneve me ngarkese nega-

tive dhe protoneve me ngarkese pozitive, bëjnë që elektronet të rrotullohen rrëth bërthamës së atomit, ashtu sikurse têrheqja gravitacionale bën që toka të rrotullohet rrëth diellit. Têrheqja elektromagnetike përshkruhet si e shkaktuar nga shkëmbimi i sasive shumë të mëdha të grimcave virtuale pa masë me spin 1, të quajtur fotone. Përsërisim se fotonet që shkëmbohen janë grimca virtuale. Megjithatë, kur një elektron kalon nga njëra orbitë tek tjetra më pranë bërthamës, lirohet energji si edhe një foton i vërtetë - i cili mund të vëzhgohet nga syri i njeriut si dritë e dukshme, në qoftë se ai ka gjatësi valën e duhur ose me ndihmën e një detektori të fotoneve siç është filmi fotografik. Po ashtu në qoftë se një foton i vërtetë përplaset me një atom, ai mund të shkaktojë zhvendosjen e një elektroni që rrotullohet afér bërthamës në një orbitë tjetër larg saj. Për këtë përdoret energjia e fotonit, i cili nga ana e tij do të absorbohet.

Kategoria e tretë është ajo e forcës së dobët bërthamore që është përgjegjëse për radioaktivitin dhe që vepron mbi të gjitha grimcat e materies me spin 1/2 por nuk vepron mbi grimcat me spin 0, 1 dhe 2 sikurse fotonet ose gravitonet. Deri në vitin 1967 forca e dobët bërthamore nuk njihej mirë; në këtë kohë Abdus Salam i Imperial College në Londër dhe Steven Weinberg i Harvard-it së bashku propozuan teoritë që unifikuan këtë nderveprim me forcën elektromagnetike, pikerisht ashtu sikurse Maxwell-i kishte njësuar elektricitetin dhe magnetizmin rrëth njëqind vjet më parë. Ata sugjeruan se përveç fotonit ekzistonin edhe tre grimca të tjera me spin -1, kolektivisht të njojur me emrin bosone vektoriale të rëndë, që shërbejnë si bartës të forcave të dobëta. Këto u quajtën  $W^+$  (lexohet  $W^+$ )  $W^-$  (lexohet  $W^-$ ) dhe  $Z_0$  (lexohet  $Z_0$ ) dhe secili kishte një masë prej rrëth 100 GeV (Gev do të thotë giga - elektron-volt ose një miliardë elektron volt). Teoria e Weinberg-Salam vë në dukje një veçori të njojur me emrin, thyrjes spontane e simetrisë. Kjo do të thotë se një numër i caktuar grimcash me energji të vogla, duhet të jenë krejtësisht të ndryshme nga njëra-tjetra, por në fakt manifestohen se janë grimca të të njëjtë tip në gjendje të ndryshme. Në energji të larta, të gjitha këto grimca sillen në mënyrë të ngashme. Efekti është i përafërt me sjelljen e një topi në rrotën e ruletës. Në nergji të larta (kur rrota rrotullohet me shpejtësi) topi sillet esencialisht në të njëjtën mënyrë, ai rrotullohet. Por kur shpejtësia e rrotës ngadalësohet energjia e topit pakësohet dhe ky i fundit përfundon në njëren nga tridhjetë e shtatë

të ndarat e rrotës. Me fjalë të tjera, në energji të vogla ka tridhjetë e shtatë gjendje të ndryshme në të cilin topi mund të ekzistojë. Në qoftë se, për ndonjë arsy, ne shikojnë topin vetëm në energji të vogla atëherë do të duhej të mendonim se ka tridhjetë e shtatë lloje topash të ndryshëm!

Në teorinë e Weinberg-Salam, në energji me të mëdha se 100 GeV, të tre grimcat e reja si edhe fotoni do duhej të silleshin në të njëjtën mënyrë. Por në energji më të ulëta që verehen në pjesën me të madhe të situatave normale, kjo simetri ndermjet grimcave do të duhej të prishej, Bozonet  $W^+$ ,  $W^-$ ,  $Z_0$  do të duhej të fitonin një masë të madhe kështu që forcat e bartura prej tyre do të kishin një rreze shumë të vogël veprimi. Në kohën kur Salam dhe Weinberg propozuan teorinë e tyre, pak njerëz i besuan, ndërsa përshtapjetuesit e grimcave akoma nuk ishin aq të fuqishëm sa të arrinin energji prej 100 GeV që kërkohej për të prodhuar grimca të vërteta  $W^+$ ,  $W^-$  ose  $Z_0$ . Në fund të dhjetëvjeçarit që pasoi. Megjithatë, parashikimet e tjera që u bënë nga teoria për energji të ulëta u përputhën aq mirë me eksperimentin saqë në vitin 1979 Salam dhe Weinberg fituan çmimin Nobel përfizikën, së bashku me Sheldon Glashow, edhe ai në Harvard, që kishte sugjeruar teori të njësuara të ngashme mbi forcat elektromagnetike dhe forcat e dobëta bërthamore.

Komiteti për çmimin Nobel, mori frymë lirisht kur në vitin 1983, në CERN (Qendra Europiane e Kërkimeve Bërthamore) u zbuluan të tre partnerët masivë të fotonit, më masat përkatëse të parashikuara me saktësi si dhe veçoritë e tjera. Carlo Rubbia, që drejtoi ekipin e përbërë nga disa qindra fizikantë dhe që bëri zbulimin, mori çmimin Nobel në vitin 1984, së bashku me Simon van der Meer, inxhinier i CERN-it, që përgatiti sistemin e grumbullimit të antimateries së përdorur. (Në ditët tona, është shumë vështirë të dallohesh në fizikën eksperimentale, në qoftë se me të vërtetë nuk je në majë të piramidës!)

Kategoria e katërtë është ajo e forcës së fuqishme bërthamore, që mban së bashku kuarket në proton dhe neutron dhe po ashtu mban së bashku protonet dhe neutronet në bërthamën e atomit. Besohet se kjo forcë bartet nga një grimcë me spin -1 e quajtur "gluon", që ndërvepron vetëm me vetveten dhe me kuarket.

Forca e fuqishme berthamore ka një veçori kurioze që quhet "Confinement": ajo gjithmonë bashkon grimca në kombinime që nuk kanë ngjyrë. Nuk mund të gjendet një kuark i vetëm i izoluar sepse ai



FIG. 5.2.

Një proton dhe një antiproton përolasen në energji të madhe duke dhënë një çift kuarkesh porhuaise të lirë.

do të kishte një ngjyrë (e kuqe, jeshile ose blu). Përkundrazi një kuark i kuq bashkohet ne një kuark jeshil dhe një blu me anën e një "zinxhiri" gluonesh (e kuqe + jeshile + blu = bardhë). Kjo treshe formon një proton ose një neutron., Mundësi tjeter është që një çift i përbërë nga një kuark dhe një antiquark (e kuqe + anti e kuqe, ose jeshile + antijeshile ose blu + antiblu = e bardhe). Nga kombinime të tilla formohen grimcat e njoitura si "mezone", që janë të paqëndrueshme sepse kuarku dhe antikuarku mund të asgjësojnë njëri-tjetrin, duke prodhuar elektrone dhe grimca të tjera. Po ashtu kufizimi nuk lejon që gluonet të ekzistojnë të vettuar, sepse edhe gluonet kanë ngjyrën e tyre. Prandaj duhet të kesh një koleksion gluonesh që duke u kombinuar me ngjyra të ndryshme të japin ngjyrën e bardhë. Një koleksion i tillë formon një grimcë të paqëndrueshme të quajtur topi i gluoneve ("glueball")

Fakti që kufizimi nuk na lejon të shikojmë një kuark ose një gluon të izoluar mund ta bënte deri diku metafizik nocionin e kuarkut dhe të gluonit si grimca të vërteta. Megjithatë, ka një veçori tjeter të forcave të fuqishme bërthamore të quajtur "liri asimpatike" që bën që konceptet e kuarkeve dhe të gluoneve të jenë të përcaktuara mirë.

Në energjitetë normale, forca e fuqishme bërthamore është me të vërtetë e fuqishme dhe ajo i lidh ngusht kuarket me njëri-tjetrin. Megjithatë eksperimentet me akseleratorët e grimcave të mëdha, tregonjë se në energji të larta, forcat e fuqishme dobësohen, dhe kuarket, gluonet sillen pothuaj si grimca të lira. Fig.5, 2.tregon një fotografi të një përplasje ndërmjet një protoni me energji të lartë dhe një antiprotoni. Kështu u prodhuan mjaft kuarke pothuaj të lirë duke krijuar "tufa" trajektoresh që shikohen në fotografi.

Suksesi i njësimit të forcave elektromagnetike dhe forcave të dobëta bërthamore çoi në një numër përpjekjesh për të kombinuar këto dy forca me forcën e fuqishme bërthamore në atë që u quajt teoria e madhe e "njësuar" (ose GUT). Ky titull në vetvete është disi i fryrë, teoritë që rezultojnë nuk janë dhe aq madhështore, përvëç kësaj ato nuk janë plotësisht të njësura, përderisa ato nuk përfshijnë gravitetin : Gjithashtu ato nuk janë teori me të vërtetë të plota, për shkak se ato përbajnjë disa parametra, vlera e të cilave nuk mund të parashikohen nga teoria, por duhet të zgjidhen në mënyrë që të përputhen me eksperimentin. Megjithatë, ato mund të përbëjnë një hap në drejtim të një teorie të plotë, të një teorie plotësisht të njësuar. Ideja themelore e GUT-it është:sikurse u përmend më sipër, forcat e fuqishme bërthamore bëhen më të dobëta në energji të larta. Nga ana tjetër, forcat elektromagnetike dhe forcat e dobëta, që nga ana asymptotike nuk janë të lira, bëhen më të fuqishme në energji të larta. Në një energji shumë të lartë të quajtur "Energjia e njësimit të madh" këto tre forca do të duhet të kenë të njëjtën fuqi dhe kështu të paraqitnin tre aspekte të ndryshme të një force të vetme. Gjithashtu, GUT-i parashikon se në këto energji grimcat e ndryshme të materies me spin -1/2 sikurse janë kuarket dhe elektronet, do të duhej të ishin esencialisht të njëjta, duke realizuar kështu një tjetër njësimit.

Vlera e energjisë së njësimit të madh, nuk njihet aq mirë, por ndoshta duhet të jetë të paktën një miliard milion GeV. Gjenerata e sotme e përshpejtuesve të grimcave mund të realizojë përplasje grimcash me energji prej rreth njëqind GeV dhe në të ardhmen përshpejtuesit e mëdhej duhet të arrijnë në energji prej disa mijë GeV. Por një aparat që do të realizonte përshpejtimin e grimcave deri në nivelin e energjisë së madhe të njësuar do të ishte aq i madh sa edhe vet Sistemi Diellor - dhe kjo do të kishte pak mundësi të financohej në klimën e sotme ekonomike. Kështu është e pamundur të eksperimentosh teoritë e njësimit të madh drejtpërsedrejti në laboratori. Megjithatë, pikërisht si dhe në rastin e teorisë së njësuar

elektromagnetike dhe bashkëveprimit të dobët janë pasojat e energjisë së dobët, ato që mund të eksperimentohen.

Më interesanti ndërmjet këtyre është parashikimi sipas të cilin protonet, që përbëjnë pjesën më të madhe të masës së materies së zakonshme, në mënyrë spontane mund të zberthehen në grimca më të lehta sikurse janë antielektronet. Arsyja pse ky fenomen është i mundëshëm, qëndron në faktin se në nivelin e energjisë së njësimit të madh, nuk ka ndonje ndryshim thelbësor ndërmjet një kuarku dhe një antielektroni. Tre kuarket që gjenden në brendinë e një protoni, normalisht nuk kanë aq energji sa të shkembohen në antielektrone por në raste te rralla, njëri prej tyre mund të fitojë energji të mjaftueshme për të realizuar këtë tranzicion sepse parimi i papërcaktueshmërise do të thotë se energjia e kuarkeve në brendi të protonit nuk mund të përcaktohet me saktësi. Në këtë rast protonit do t'i duhet të zbërthehet. Probabiliteti që një kuark të fitojë energji të mjaftueshme është aq i vogël saqë për realizimin e tij duhet pritur të paktën një mijë miliard vjet (një me tridhjetë zero). Kjo është shumë më tepër se koha që ka kaluar nga big-bengu që është rreth dhjetë miliard vjet (një me dhjetë zero). Pra mund të kuptohet lehtë se mundësia e zbërthimit spontan të një protoni nuk do mund të verifikohet me rrugë eksperimentale. Megjithatë mund të rritet mundësia për të zbuluar një zbërthim të kësaj natyre duke vrojtuar një sasi shumë të madhe materie që përmban një numër shumë të madh protonesh (psh në qoftë se do të vrojtosh një numërshtume të madh protonesh të barabarta me 1 të pasuar nga tridhjetë e një zero, për një periudhe prej një viti sipas GUT-it më të thjeshtë, do të duhet të presësh të vrojtosh më shumë se një zbërthim protoni).

Janë bërë mjaft eksperimente të këtij lloji, por asnjëri nuk ka vërtetuar në mënyrë përfundimtare mundësinë e zbërthimit të protonit ose të neutronit. Në njërin nga eksperimentet u përdorën tetë mijë tonë ujë dhe kjo u realizua në minierën e Morton Salt në Ohio (për të evituar ndërhyrjen e ngjarjeve të tjera, të shkaktuar nga rrezet kozmike, që do mund të ngatërhoeshin me zbërthimin e protonit). Përderisa eksperimenti nuk e vërtetoi zbërthimin spontan te protonit, mund të llogaritet se jetëgjatësia e përafert e një protoni duhet të jetë më e madhe se dhjetë mijë miliard miliard miliard vjet) një me tridhjetë e një zero). Kjo është më tepër se jetëgjatësia e parashikuar nga më e thjeshta teori e madhe e njësuar, por ka edhe disa teori më të përpunuara në të cilat jetëgjatësia e parashikuar është edhe më e gjatë. Për të vërtetuar këto kërkohen eksperimente më të

stërholluara në të cilët duhen përdorur sasi edhe më të mëdha materieje.

Edhe pse është shume vështirë ta vrojtosh zërthimin spontan të protonit, kjo mund të jetë pasojë e faktit se vet ekzistanca jonë është pasojë e procesit të kundërt, prodhimt të protoneve, ose më thjesht i kuarkeve, duke u nisur nga një situatë fillestare në të cilën nuk kishte më tepër kuarkë se antikuarke, gjë që përbën mënyrën më të natyrshme për të imagjinuar gjithësinë në fillimet e saj. materia në Tokë, kryesisht është përbërë nga protone dhe neutrone, që nga ana e tyre janë bërë nga kuarket. Nuk ka antiprotone ose antineutronë, të prodhua nga antikuarket, me përjashtim të një sasie të vogël që e prodhojnë fizikantët në përspektuesit e grimcave të mëdha. Ne kemi prova nga rrezet kozmike, se e njëjtë gjë vlen për të gjithë materien në galaktikën tonë; nuk egzistonë antiprotone ose antineutronë, me përjashtim të një numri të vogël që prodhojen si çifte grimcë/antigrimcë gjatë përplasjeve me energji të lartë. Po të kishte zona të mëdha antimateria ne galaktikën tonë, ne do të duhej të përthithnim sasi të mëdha rrezatimi në kufijtë, ndërmjet zonave të materies dhe antimateries, ku shumë grimca do përplaseshin me antigrimcat e tyre, duke asgjesuar njëra-tjetërën dhe duke çliruar rrezatim me energji të lartë.

Ne nuk kemi të dhëna të drejtpërdrejta nëse materia në galaktikat e tjera është e përbërë nga protonet dhe neutronet, ose nga antiprotonet dhe antineutronet, por ajo duhet të jetë njëra ose tjetra: nuk mund të jetë një përzjerje e të dyjave në të njëjtën galaktikë, sepse në këtë rast do të duhej të përthithnim një sasi të madhe rrezatimi nga asgjësimi reciprok. Prandaj ne besojmë se të gjitha galaktikat janë të përbëra më tepër nga kuarket se nga antikuarket, duhet se ka pak të ngjarë që disa galaktika të jenë të përbëra nga materie dhe disa të tjera nga antimaterje.

Pse duhet të ketë më tepër kuarkë se antiquarke? Pse nuk janë ato në numër të barabartë? Sigurisht është fat për ne që sasitë e tyre, nuk janë të barabarta sepse po të ishin të njëjta, pothuaj të gjithë kuarkë t dhe antikuarket do të kishin asgjesuar njeri-tjetrin që në gjithësinë e herëshëm dhe do ta kishin lënë atë plot me rrezatim, por pothuaj pa materje. Kështu nuk do të kishte as galaktikë, as yje ose planete ku jeta të zhvillohej. Për fat të mirë, teoritë e njësimit të madh mund të jepin një shpjegim sepse aktualisht gjithësia duhet të përbajë me shumë kuarkë se antikuarke, edhe pse ai ka filluar me një numër të barabartë nga secili. Sikurse e kemi përmendur më

sipër, GUT-i e lejon që, në energji të larta, kuarket të shdërrohen në antielektrone. Gjithashtu ato lejojnë dhe procesin e kundërt që, antikuarket të kthehen në elektrone, dhe elektronet dhe antielektronet të kthehen në antikuarke dhe kuarke. Në fillimin e gjithësisë të hershme, ka qenë një kohë kur temperatura ishte aq e lartë, saqë energjitet e grimcave do të kenë qenë aq të mëdha sa të lejonin këto transformime. Por në këtë rast pse janë formuar më shumë kuarke se antikuarke? Aryeja është se ligjet e fizikës nuk janë të njëjtë për grimcat dhe për antigrimcat.

Deri në vitin 1956 besonin se ligjet e fizikës i bindeshin secilës nga tre simetritë e ndryshme, të quajtura C, P dhe T. Simetria C do të thotë se ligjet janë të njëjtë si për grimcat, ashtu dhe për antigrimcat. Në simetrinë P ligjet janë të njëjta për çdo situatë dhe për përfytyrimin e tij në pasqyrë (përfytyrimi në pasqyrë i një grimce që rrrotullohet në drejtim të akrepave të orës është ajo e një grimce që rrrotullohet në drejtim të kundërt). Në simetrinë T, po të ndryshoni kahun e lëvizjes të të gjitha grimcave dhe antigrimcave, sistemi rikthehet aty nga u nis në fillim, ose, me fjalë të tjera, ligjet janë të njëjta, pavarësisht se shkoni në drejtim të kahut ose kundër kahut.

Në vitin 1956, dy fizikantë Amerikanë Tsung-Dao Lee dhe Chen Ning Yang, sugjeruan se forca e dobët në fakt, nuk i bindet simetrise P. Me fjalë të tjera, forca e dobët do të bënte që gjithësia të zhvillohet në një mënyrë tjetër nga mënyra në të cilën përfytyrimi në pasqyrë i gjithësisë do duhej të zhvillohej. Në të njëtin vit, një kolege, Chien - Shiung Wu, vërtetoi se parashikimi i tyre ishte i saktë. Ajo e bëri këtë duke rradhitur bërrhamat e atomeve radioaktive në një fushë magnetike, në mënyrë që ato të rrrotullohen të gjithë në të njëtin drejtim, dhe tregoi se elektronet emetoheshin më shumë në një drejtim se sa në tjetrin. Për idenë e tyre një vit më vonë, Lee dhe Yang morën çmimin Nobel. Gjithashtu u gjet se forca e dobët nuk i bindet simetrisë C. Kjo do të thoshte se një gjithësi e përbërë nga antigrimcat do të sillej ndryshe nga gjithësia jonë. Megjithatë, dukej se forca e dobët i bindet simetrisë së kombinuar CP. Domethënë gjithësia do të zhvillohej në të njëjtën mënyrë sikurse përfytyrimi i tij në pasqyrë, në qofte se, përveç kësaj, çdo grimcë do të shkëmbujej me antigrimcën e saj! megjithatë në vitin 1964, dy Amerikanë të tjerë, J.W.Cronin dhe Val Fitch, zbuluan se edhe simetria CP nuk respektohej në rastin e zbërrthimit të disa grimcave të quajtura K-

mezone. Për këtë në vitin 1980 Cronin dhe Fitch morën çmimin Nobel (Të gjitha këto çmime u dhanë për të treguar se gjithësia nuk është aq e thjeshtë sa mund t'a kemi menduar ne!).

Egziston një teoremë matematike që flet se çdo teori që i bindet mekanikës kuantike dhe relativitetit, duhet që patjetër t'i bindet simetrisë së kombinuar CPT. Me fjalë të tjera, gjithësia duhej të sillej, në mënyrë identike sikur të zëvëndësososhin grimcat me antigrimcat, sikur të merrej përfytyrimi i tij në pasqyrë, dhe sikur të përmbysej drejtimi i kohës. Por Cronin dhe Fitch treguan se po të zëvendësohen grimcat me antigrimcat, dhe po të merret përfytyrimi në pasqyrë, por jo përbysja e drejimit të kohës, atëherë gjithësia nuk do të sillet në të njëjtën mënyrë. Prandaj ligjet e fizikes duhet të ndryshojnë në qoftë se përbysjet drejtimi i kohës- ato nuk i binden simetrise T.

Gjithësia i hershëm me siguri nuk i është bindur simetrisë T: me që koha ecën përpara, gjithësia zgjerohet - po të ecte mbrapa, gjithësia do të tkurrej. Dhe përderisa ka forca që nuk i binden simetrisë T, rrjedhimisht meqë gjithësia zgjerohet, këto forca munden të shkaktojnë më tepër antielektrone që kthehen në kuarke, se sa elektrone që kthehen në antikuarke. Pastaj gjatë kohës që gjithësia u zgjerua dhe u ftoh, antikuarket dhe kuarke t duhet të janë asgjesuar në mënyrë reciproke por, meqenëse duhet të ketë pasur më shumë kuarke se antikuarke, prap duhet të ketë mbetur një sasi e vogël kuarkesh. Këto janë ato që përbëjnë materien që ne shohim sot, dhe nga e cila ne vetë jemi të përbërë. Pra, vetë egzistanca jonë mund të konsiderohet si një konfirmim i teorisë të njësimit të madh, megjithëse vetëm një konfirmim cilësor, papërcaktueshmëritë janë të tilla sa asnjë nuk është në gjendje të parashikojë sasinë e kuarke ve që do të mbeten mbas asgjësimit, ose edhe nëse do të janë kuarke apo antikuarke ato që do mbeten (Megjithatë po të kishin mbetur më shumë antikuarke, ne thjesht do të kishim quajtur antikuarket kuarke dhe kuarke t antikuarke).

Teoritë e njësimit të madh nuk e përfshijnë forcën e gravitetit. Kjo nuk ka rëndësi të madhe, sepse forca e gravitetit është aq e dobët, saqë efektet e saj zakonisht mund të neglizhohen përderisa ne kemi të bëjmë me grimat elementare, ose atomet. Megjithatë, fakti që ajo është në të njëjtën kohë me rreze të gjatë veprimi dhe gjithmonë tërheqese, do të thotë se efektet e saj gjithmonë mblidhen. Kështu, për një numër të madh, të mjaftueshëm grimcash materje, forcat

gravitacionale nuk mund të dominojnë mbi gjithë forcat e tjera. Kjo është arsyja pse graviteti përcakton evolucionin e gjithësisë. Edhe për objektet që kanë madhësinë e yjeve, forca tërheqëse e gravitetit mund të dominojë mbi të gjitha forcat e tjera duke shkaktuar tkurrjen e tyre. Puna ime në vitet 1970 u përqendrua në vrimat e zeza që mund të shkaktohen nga tkurrje të tillë yjore dhe nga fusha të fuqishme gravitacionale rrëth tyre. Prej këndej edhe dyshimet e para rrëth ndikimit reciprok ndërmjet teorive të mekanikës kuantike dhe relativitetit të përgjithshëm.

# 6

## VRIMAT E ZEZA

Emërtimi "Vrimë e zezë" është shumë i ri. Ai u përdor për herë të parë në vitin 1969 nga shkencëtari Amerikan Jon Wheeler si përshkrim grafik i një ideje të vjetër, të paktën dy qind vjeçare, në një kohë kur ekzistonin dy teori mbi përbërjen e dritës: njëra , që e përkrahte Newton-i thoshte se ajo përbëhej nga grimcat , tjetra pretendonte se drita përbëhej nga valët. Ne sot e dimë se në të vërtetë të dyja teoritë janë të sakta. Sipas dualitetit valë/grimcë të mekanikës kuantike, drita mund të konsiderohet në të njëjtën kohë si valë dhe si grimcë. Në versionin valëzor, reaksiioni i dritës ndaj gravitetit nuk është shumë i qartë. Por, në qoftë se drita përbëhet nga grimcat, atëherë mund të pritet që ato të ndikohen nga graviteti ashtu siç ndodh me gjylet e topit, raketat dhe planetët. Në fillim mendohej se grimcat e dritës leviznin me një shpejtësi të pafund, gjë që do ta kishte penguar gravitetin që ti ngadalësonte ata, por zbulimi i Roemer-it se shpejtësija e dritës ka një kufi tregoi se graviteti mund të ketë një efekt të rëndësishëm.

Duke u nisur nga ky supozim, Jon Machell profesor në Cambrige, publikoi në vitin 1783, në *Philosophical Transactions of the Royal Society of Londres* një punim në të cilin ai theksonte se një yll pak a shumë masiv dhe kompakt duhet të ketë një fushë gravitacionale aq të

fujishme saqë drita nuk mund t'i shpëtojë: çdo rreze drite që emetohet në sipërfaqen e yllit do të tërhiqet mbrapa nga forca gravitacionale përpara se ajo të ketë shkuar shumë larg. Machell sugjeroi se yje të tillë mund të ketë me shumicë. Megjithëse ne nuk jemi në gjendje t'i shikojmë ato, sepse drita e tyre nuk do të arrinte tek ne, ne prap do ta ndjenim tërheqjen e tyre gravitacionale. Këto objekte janë ato që sot quhen vrima të zeza, sepse të tilla janë ato: boshllëqe të zeza në hapësirë. Një sugjerim i përngashëm u bë disa vite më vonë nga shkencëtarri francez Markez dë Laplace siç duket në mënyrë të pavarrur nga Machell. Gjë mjaft interesante, Laplace e përmendi atë vetëm në botimin e parë dhe të dytë të librit të tij "Sistemi i Botës", dhe e lë jashtë në botimet e mëvonshme; ai ndoshta mendoi se ajo ishte një ide e marrë. (Po ashtu teoria grimcore e dritës doli jashtë mode gjatë shekullit të nëntëmbëdhjetë; u duk se çdo gjë mund të shpjegohej me teorinë valore, dhe në përputhje me të nuk ishte e qartë nëse drita mund të ndikohej nga graviteti).

Në të vërtetë nuk është shumë logjike ta trajtosh dritën njëlloj si gjylet e topit në teorinë e Newton-it të gravitetit, sepse shpejtësia e dritës është fiksë (Një gjyle topi e hedhur vertikalish do të ngadalësohet nga graviteti; do të ndalojë dhe së fundi do të bjerë prapë në Tokë; ndërsa një foton do ta vazhdojë trajektorien e tij vertikale me shpejtësi konstante. Atëherë, si mundet që drita të influencohej nga graviteti Newtonian?) Në lidhje me këtë problem, nuk doli asnjë teori e vlefshme përpara se Einstein-i të propozonte relativitetin e përgjithshëm ne vitin 1915. Madje edhe atëherë u desh shume kohë që të kuptoreshin implikimet e kësaj teorie mbi yjet masivë.

Që të kuptojmë si formohet një vrimë e zezë së pari duhet të kuptojmë ciklin e jetës të një ylli. Ylli formohet kur një sasi e madhe gazi (hidrogjen në pjesën më të madhe) fillon të tkurret në vvetvete, si pasojë e terheqjes se tij gravitacionale. Gjatë procesit të tkurrijes atomet e gazit përplasen me njëri-tjetrin gjithmonë e më shpesh dhe me shpejtësi gjithmonë e më të mëdha e për pasojë gazi nxehet shumë. Më në fund, gazi do të nxehet aq shumë, saqë atomet e hidrogjenit kur të përplasen, nuk do t'i largohen më njëri-tjetrit, por përkundrazi do të bashkohen për të formuar heliumin. Nxehësia që çlirohet nga ky reaksiون, që i ngjan shpërthimit të kontrolluar të bombës me hidrogjen, bën që ylli të ndriçojë. Kjo nxehësi suplementare rrit gjithashtu presionin e gazit deri sa ai të ekuilibrojë tërheqjen

gravitacionale, dhe si pasojë, gazi pushon se tkurruri. Kjo i përngjan pak a shumë një balloni. Ka një ekuilibër ndërmjet presionit të ajrit brenda tij që kërkon ta zmadhojë balonin, dhe tensionit të llastikut që kërkon të zvogëlojë ballonin. Yjet do të mbeten në një gjendje të tillë të qëndrueshme për një kohë të gjatë, ku nxehtësia nga reaksionet bërthamore ekuilibrohet me têrheqjen gravitacionale. Së fundi, do të vijë një kohë që ylli do të harxhojë të gjithë hidrogjenin dhe karburantet e tjerë bërthamore. Në mënyrë paradoksal, sa më të mëdha të jenë rezervat fillestare të një ylli, aq më shpejt do të digjen ato. Në fakt, sa më i madh të jetë ylli aq më i nxehtë duhet të jetë, që të ekuilibrohet têrheqja gravitacionale. Dhe sa më i nxehtë të jetë, aq më shpejt do ta harxhojë karburantin e tij. Për sa i përket diellit tonë, ai akoma ka rezerva për ndoshta pesë miliard vjet të tjera. Por yjet më masivë mund ta harxhojnë karburantin e tyre në më pak se njëqind miljon vjet, pra shumë më pak se sa ështëjeta e gjithësisë. Kur një yll mbetet pa karburant, ai fillon të ftohet e të tkurret. Ç'farë mund t'u ndodhi atyre më tutje, për herë të parë u sqarua vetëm nga fundi i viteve 1920.

Në vitin 1928, një student i diplomuar në India, Subrahmanyan Chandrasekhar, mori vaporin për në Angli për të studiuar në Cambrige me astronomin Britanik Sir Arthur Eddington, një ekspert i relativitetit të përgjithshëm. (Simbas disa burimeve, në fillim të viteve 1920, një gazetar i tha Eddington-it se kishte dëgjuar se ka vetëm tre njerëz në botë që e kishin kuptuar relativitetin e përgjithshëm. Mbas një pushimi Eddington i u përgjigj: "Unë po mundohem të gjej se kush është personi i tretë). Gjatë udhëtimit të tij nga India Chandrasekhar meditoi mbi madhësinë që duhet të ketë një yll që të suportojë masën e vet, pasi të ketë djegur të gjitha rezervat e tij. Ideja e tij ishte kjo; Kur një yll tkuret, grimcat e materies i afrohen shumë njëra -tjetrës dhe sipas parimit të përjashtimit të Paul-it, ato duhet të kenë shpejtësi shumë të ndryshme. Kjo bëri që ato t'i largohen njëratjetrës dhe të shkaktojnë kështu zgjerimin e yllit. Në këtë mënyrë një yll mund të ruajë vetë një diametër konstant me anën e ekuilibrit ndërmjet têrheqjes së gravitetit dhe shtytjes që rezulton nga parimi i përjashtimit, pikërisht si më parë kur graviteti ishte kundër balancuar nga nxehtësia.

Megjithatë Chandrasekhar e kuptoi se ekzistonte një kufi karshi shtytjes që parashikonte parimi i përjashtimit. Teoria e relativitetit e kufizon diferençën maksimale ndërmjet shpejtësive të grimcave të

materies në një yll me shpejtësinë e dritës. Kjo do të thotë se kur Ylli arrin një dendësi të caktuar, shtytja e shkaktuar nga parimi i përjashtimit duhet të jetë më e vogël se tërheqja e gravitetit. Chandrasekhar llogariti se një yll që ka një masë më të madhe se një herë e gjysëm masën e diellit, nuk do të jetë në gjendje të durojë gravitetin e tij (kjo masë sot njihet me emrin "Kufiri i Chandrasekhar"). Një zbulim i përngjashëm u bë pothuaj në të njëjtën kohë nga shkencëtari rus Lev Davidovich Landau.

Kjo pati pasoja të rëndësishme përfatimtar të yjeve masive. Në qoftë se masa e një ylli është më e vogël se kufiri i Chandrasekhar, ai më në fund mund të ndalojë se tkurruri dhe të përfundojë në një "xhuxh të bardhë", p.sh. me një rrëze prej disa mijëra kilometresh dhe një dendësi prej rrëth qinda tonesh për centimetër kub. Ajo mbahet në ekuilibër si pasojë e shtytjes të parashikuar nga parimi i përjashtimit, ndërmjet elektroneve e materies së tij. Ekziston një numër i madh yjesh të këtij lloji. Një nga të parët që është zbuluar rrötullohet rrëth Siriusit, ylli më i ndritshëm në qellin e natës.

Landau vuri në dukje se ekzistonte një gjendje tjetër përfundimtare e mundshme përfundimtarë e një ylli gjithashtu me një masë të kufizuar prej rrëth një ose dy herë masën e Diellit, por madje shumë më i vogël se një xhuxhi i bardhë. Këto yje duhet se mbahen në - ekuilibër - nga shtytja (që lidhet me parimin e përjashtimit) më tepër, ndërmjet neutroneve dhe protoneve të tyre se sa ndërmjet elektroneve. Prandaj ata u quajtën yje neutronike. Ata duhet të kenë një rrëze prej rrëth dhjetë kilometresh dhe një dendësi prej qindra milionë tonësh për centimeter kub. Kur u parashikua për herë të parë, nuk ekzistonte asnjë mjet përfundimtarë tjetër të këtia yje. Prandaj ata mbeten shumë kohë të pazbuluara.

Nga ana tjetër, yjet me masë më të madhe se kufiri i Chandrasekhar, kanë probleme të mëdha kur arrijnë në fund të karburantit të tyre. Në disa raste ata mund të shpërthejnë, ose arrijnë që të shkarkojnë shumë materje, me qëllim që të zgjedhjen e tyre nën kufi dhe kështu të evitojnë katastrofën nga tkurrja gravitacionale, por ishte vështirë të besohej se kjo përbënte zgjidhjen e zakonshme, pavarësisht nga madhësia e yllit. Por si mund ta kuptojë ai se duhet të humbë peshë? Edhe sikur çdo yll të arrijë të humbasë aq masë sa të parandalojë tkurrien, ç'farë do të ndodhë në qoftë se do të zmadhohej masa e një xhuxhi të bardhë ose e një ylli neutronik përtëj kufirit të Chandrasekhar? A do të tkurret ai deri në një dendësi

lli  
i i  
it.  
një  
pjë  
i  
ën

ve  
l i  
të  
sa  
ér  
të  
e  
;a  
n

r  
ë  
s  
-

të pafund? Eddington-i u trondit nga këto pasoja , dhe refuzoi të besonte rezultatet e Chandrasekhar-it. Eddington i mendonte se thjesht ishte e pamundur që një yll të tkurrej deri në madhësinë e një pike. Kjo ishte pikëpamja e shumë shkencëtarëve; vetë Ansjtajni shkruajti një artikull me të cilin afirmonte se yjet nuk do arrijnë të tkurren deri në madhësinë zero. Kundërshtimi i shkencëtarëve të tjera, sidomos i Eddington it, mësuesi i tij dhe një autoritet i dorës së parë në fushën e strukturës së yjeve e bindi Chandrasekhar-in që të heqë dorë nga kjo linjë kërkimesh dhe të merret me probleme të tjera të astronomisë si p.sh. me lëvizjen e masave yjore. Megjithatë atij ju akordua çmimi Nobel në vitin 1983 pjesërisht edhe për punimin e tij të mëparëshhmë mbi kufirin e masës të yjeve të ftohtë.

Chandrasekhar kishte treguar se parimi i përjashtimit nuk do mund ta pengonte tkurjen e një ylli që është më i madh se kufiri i Chandrasekhar-it, por spjegimin se çfarë mund t'i ndodhët një ylli të tillë, sipas relativitetit të përgjithshëm për herë të parë e dha një amerikan i ri, Robert Oppenheimer-i ne vitin 1939. Rezultati i tij, megjithatë sugjeroi se observacionet e tij nuk do të mund të vërtetoheshin dot nga teleskopët e kohës. Pastaj filloi Lufta e Dytë Botërore, në të cilën vetë Oppenheimer-i u angazhua shumë në projektin e bombës atomike. Mbas Luftës, problemi i tkurrjes gravitacionale pothuaj u harrua, sepse pjesa më e madhe e shkencëtarëve u morrën me atë që ndodhët me atomin dhe bërtamën e tij. Në vitet gjashtëdhjetë rritja e madhe e numrit të vëzhgimeve astronomike, të mundësuara nga aplikimi i teknologjisë moderne, ringjalli interesin për problemet në shkallë të madhe në astronomi dhe në kozmologji. Pastaj, puna e Oppenheimer-it u rizbulua dhe u thellua nga shkencëtarë të tjera.

Tabloja që ne kemi sot mbi punën e Oppenheimer-it është si vijon: fusha gravitacionale e një ylli, i ndryshon trajektorët e rrezeve të dritës në hapësirë/kohë nga ajo që pritej sikur ylli të mos ishte i pranishëm. Konet e dritës, që janë tregues të trajektoreve që pëershkruanë në hapësirë dhe kohe “flash-et” e dritës që emetohen nga majat e tyre, janë lehtësish të përkulura nga brenda në afërsi të sipërfaqes së yllit. Kjo mund të kosntatohet nga përkulja që pëson drita e yjeve të largët që vëréhet gjatë një eklipsi diellor. Sa më shumë tkurret ylli fusha gravitacionale në sipërfaqen e tij bëhet edhe më e fuqishme, dhe për pasojë, konet e dritës përkulen edhe më tepër përbrenda. Kjo e bën gjithmonë e më të vështirë që drita të shkëputet

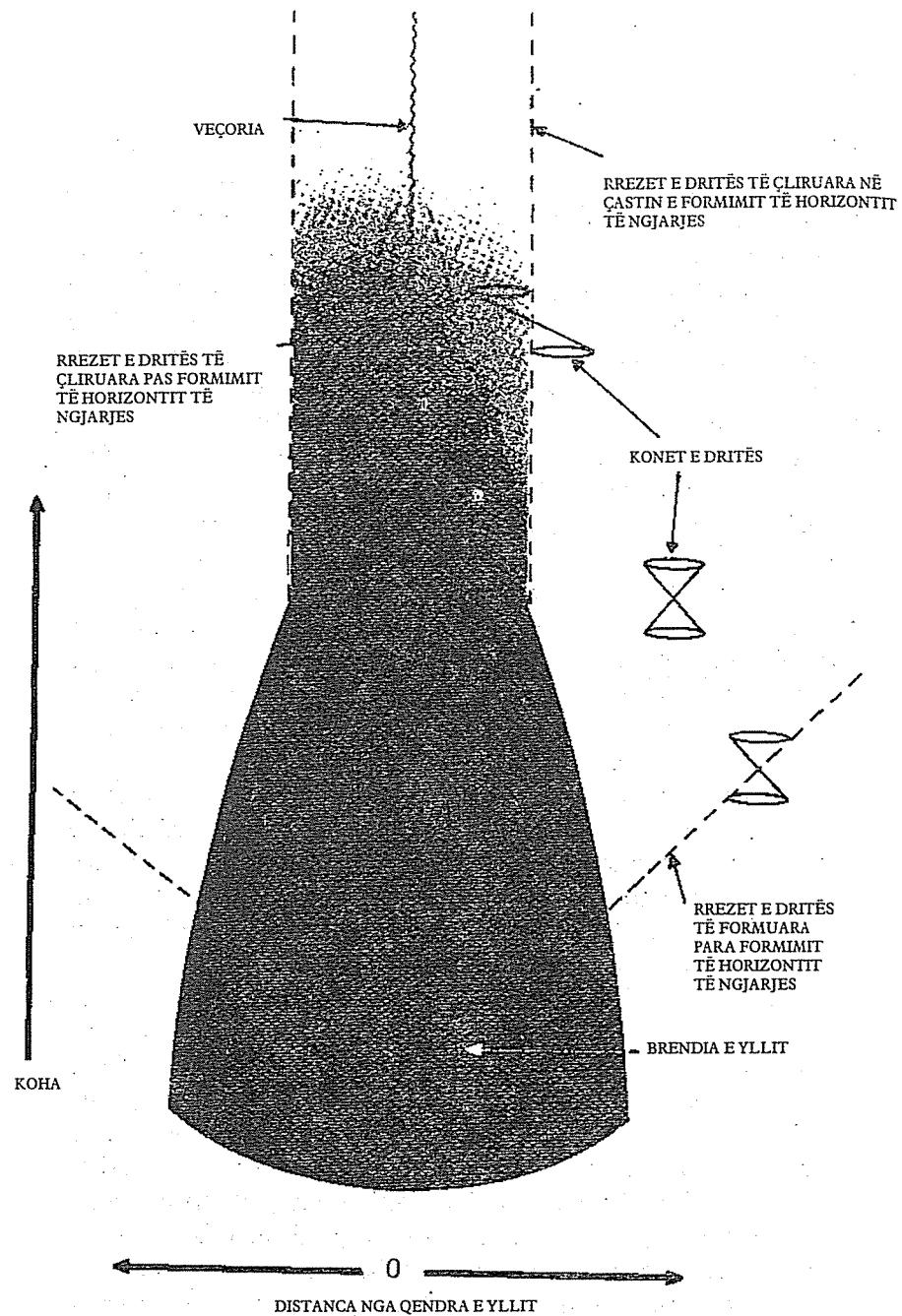


FIG. 6.1.

nga ylli, prandaj për një vëzhgues të largët drita do të duket më e zbehtë dhe më e kuqe. Së fundi, kur ylli është tkurrur deri në një rreze të caktuar kritike, fusha gravitacionale në sipërfaqen e tij bëhet aq e fuqishme, saqë konet e dritës përkulen aq tepër përbrenda saqë drita nuk ka më mundësi të shkëputet (Fig.6.1). Sipas teorisë së relativitetit, asgjë nuk mund të lëvizë më shpejt se drita. Prandaj, në qoftë se drita nuk mund të shkëputet, atëherë asgjë tjetër nuk mund ta bëjë këtë, gjithçka tërhiqet mbrapa nga fusha gravitacionale. Në këtë mënyrë, ka një seri ngjarjes, një zonë i hapësirë-kohës nga i cili është e pamundur të shkëputesh për të arritur tek një vëzhgues i largët. Kjo zonë është ai që ne sot e quajmë një vrimë e zezë. Kufiri i saj quhet "horizonti i ngjarjes" dhe koincidon me trajktoren e rrezeve të dritës që pikërisht, nuk arrin dot të shkëputet nga vrima e zezë.

Me qëllim që të kuptioni se çfarë do duhet të shikoni sikur të ishit duke vëzhguar një yll që tkurret për të formuar një vrimë të zezë, duhet patur parasysh se sipas teorisë së relativitetit nuk ekziston koha absolute. Çdo vëzhgues ka masën e vet të kohës. Koha për dikë në një yll do të jetë e ndryshme nga koha për dikë në një yll tjetër, për shkak të fushës gravitacionale të yllit. Të supozojmë sikur një astronaut i guximshëm ndodhet në sipërfaqen e një ylli që është duke u tkurrur, edhe astronauti bashkë me të, prej andej na dërgon një sinjal çdo sekondë, sipas orës së tij në drejtim të anijes së tij kozmike që rrrotullohet rrëth yllit. Në një kohë të caktuar, të themi në orën 11.00 sipas orës së tij, ylli do të tkurret nën rrezen kritike në të cilin fusha gravitacionale bëhet aq e fuqishme saqë asgjë nuk mund të shkëputet dhe sinjalet e tij nuk do të arrijnë në anijen kozmike. Ndërkohë që afrojn ora 11.00 shokët e tij që vëzhgojnë nga anija kozmike duhet të konstatojnë se sinjalet e astronautit ndërmjet intervaleve të njëpasnjëshme (të rradhës) bëhen gjithmonë e më të gjatë, por ky efekt duhet të jetë shumë i vogël përpara orës  $10\ 59'59''$ . Ata duhet të presin diçka më shumë se një sekondë ndërmjet sinjalit të orës  $10.59'58''$  dhe atij që astronauti dërgon kur ora e tij tregonte  $10\ 59'59''$ , por ata duhet të kenë pritur në pafundësi për sinjalin e orës 11. Valët e dritës të lëshuara nga sipërfaqja e yllit me orën e astronautit, duhet të shtrihen në një interval të pafund kohe, të para nga anija kozmike. Intervali i kohës ndërmjet valëve të njëpasnjëshme që arrijnë në anijen kozmike duhet të bëhen gjithmonë më të gjatë, kështu që drita e yllit duhet të duket gjithmonë më e kuqe dhe më e dobët. Së fundi ylli bëhet aq i zbehtë saqë nuk do të shikohet më nga anija kozmike :

ylli bëhet aq i zbehtë saqë nuk do të shikohet më nga anija kozmike : gjithçka që duhet të mbetet duhet të jetë një vrimë e zezë në hapësirë. Megjithatë ylli duhet të vazhdojë të ushtrojë të njëjtën forcë gravitacionale mbi anjen kozmike që duhet të vazhdojë të rrrotullohet rrëth vrimës së zezë.

Megjithatë ky skenar nuk është krejt realist, për shkak të problemit të mëposhtëm. Sa më shumë i largohemi një ylli, aq më i dobët bëhet graviteti i tij. Kështu që forca gravitacionale në këmbët e astronautit tonë trim, duhet të jetë gjithmonë më e madhe se forca që ushtrohet në kokën e tij. Kjo diferençë ndërmjet dy forcave duhet ta tërheqë kozmonautin tonë si një makaronë ose t'a shqyejë atë në dysh përpara se ylli të jetë tkurrur në madhësinë e rrezes se tij kritike në të cilin formohet horizonti i ngjarjes! Megjithatë ne besojme se në gjithësi ka objekte shumë më të mëdhenj, si p.sh. Zonat qendrore të galaktikave, të cilat gjithashtu mund t'i nënshtronë tkurrijes gravitacionale për të prodhuar vrima të zeza, një astronaut i ndodhur në njérën prej tyre, mund të mos ndahet më dysh, përpara se të formohet vrima e zezë. Në fakt ai mund të mos ndjejë asgjë të veçantë kur arrin rrezen kritike, dhe mund t'a kalojë pragun e moskthimit pa e kuptuar atë. Megjithatë pikërisht brenda disa orëve, ndërkohë që zona vazhdon të tkurret, ndryshimi në forcat gravitacionale ndërmjet kokës dhe këmbëve të tij duhet të bëhet aq e fuqishme saqë ai prap duhet të ndahet më dysh.

Puna që bëmë së bashku me Roxher Ponrozë ndërmjet viteve 1965 dhe 1970, tregoi se në përputhje me relativitetin e përgjithshëm, në brendinë e vrimës së zezë duhet të ekzistojë një singularitet dendësia të pafund dhe një përkulje e pafund e hapësirë-kohës. Kjo i ngjan më shumë big-bengut në fillimin e kohës, vetëm se ajo duhet të jetë fundi i kohës për trupin që tkurret dhe për astronautin. Në këtë singularitet, ligjet e shkencës dhe aftësia jonë për të parashikuar të ardhmen reduktohen në zero. Megjithatë, çdo vëzhgues që ndodhet jashtë vrimës së zezë, nuk duhet të preket nga ky dështim parashikueshmërie, sepse as drita, as ndonjë sinjal tjetër nuk do të arrijë tek ai, nga singulariteti. Ky fakt i rëndësishëm e nxiti Roger Penrose të propozojë hipotezën e “cenzurës kozmike” e cila mund të parafrazohet me fjalët: “Zoti tmerrohet nga një singularitetlakuriq”. Me fjalë të tjera, singularitetet e shkaktuara nga tkurrja gravitacionale, ndodhin vetëm në vende si p.sh. vrimat e zeza, ku ata i fshihen shikimit tonë nga një horizont ngjarje. E thënë saktësisht, kjo përbën atë që njihet si “hipoteza e cenzurës së dobët kozmike”. Kjo mbron

të çdo lloj parashikimi mbi atë që ndodh në singularitetet, por kjo nuk do të thotë asgjë për astronautin e gjorë që bie në vrimën e zezë.

Ekzistojnë disa zgjidhje të ekuacioneve të relativitetit të përgjithshëm ku bëhet e mundur për astronautin tonë të sodisë një singulariteti lakuriqtë, ai mund të jetë në gjendje të evitojë përplasjen në një singulariteti tjetër të bjerë në një "vrimë krimbi" e të dalë në një zonë tjetër të gjithësisë. Kjo gjë duhet të ofrojë mundësi të mëdha për të udhëtar në hapësirë dhe kohë, por për fat të keq duket se këto zgjidhje janë krejt të pasigurta; çregullimi më i vogël si p.sh. Prania e një astronauti mund t'i ndryshojë ato në mënyrë të tillë që astronauti të mos e shikojë singularitetin deri në çastin e përplasjes me të, kur atij t'i ketë ardhur fundi. Me fjalë të tjera, singulariteti duhet gjithmonë të gjendet në të ardhmen e tij dhe kurrë në të kaluarën. Versioni i fortë: i hipotezës së cenzurës kozmike thotë se në një zgjidhje realiste, singularitetet munden gjithmonë të gjenden ose krejtësisht në të ardhmen (sikurse janë singularitetet e tkurrjes gravitacionale), ose krejtësisht në të kaluarën (sikurse është big-bengu). Të jep kënaqësi të shpresosh se ndonjë version i hipotezës së cenzurës funksionon, sepse duke qenë pranë singulariteteve të lakuriqta të krijuhet mundësia të udhëtosh në të kaluarën. Megjithëse kjo mund të jetë e përshtatshme për autorët e tregimeve fantastiko-shkencore, kjo do të thotë se askush nuk do ta ketë jetën të sigurtë: dikush mund të udhëtojë në të kaluarën dhe t'ju vrasë babain ose nënën përparrë se ju të jeni konceptuar!

Horizonti i ngjarjes, d.m.th., kufiri i hapësirës kohës prej të cilët është e pamundur të shkëputesh funksionon më tepër si një membranë me një kahë rreth vrimës së zezë, objektet si astronautët e pakujdeshshëm, mund të bien, nëpërmjet hërrizontit të ngjarjes, në vrimën e zezë, por asgjë nuk mund të dalë më jashtë vrimës së zezë nëpërmjet horizontit të ngjarjes (Mos harro se horizonti i ngjarjes është trajktorja në hapësirë - kohë e rrezes se dritës që kërkon të shkëputet nga vrima e zezë dhe se asgjë nuk udhëton më shpejt se drita). Ndokush mund të thotë me të drejtë për horizontin e ngjarjes atë që tha poeti Dante për hyrjen në Ferr: "Lini çdo shpresë ju që hyni këtu". Çdo gjë ose çdo njeri që bie nëpër horizontin e ngjarjes do të arrijë shpejt zonë e dendësisë të pafund dhe fundin e kohës.

Relativiteti i përgjithshëm parashikon se objektet e rënda që janë në lëvizje, duhet të gjenerojnë valë gravitacionale, valëzime në kurbaturën e hapësirës që përhapen me shpejtësinë e dritës. Këto

kurbaturën e hapësirës që përhapen me shpejtësinë e dritës. Këto janë të përngjashme me valët e dritës, që janë valëzime të fushës elektromagnetike, por ato zbulohen me më shumë vështirësi. Si dhe drita, ato transportojnë energji që vjen nga objektet që i emetojnë ato. Kështu mund të pritet që një sistem objektesh masive së fundi të vendoset në një gjendje stacionare, sepse gjatë çdo lëvizjeje energjia duhet të transportohet me anën e emetimit të valëve gravitacionale (kjo i ngjan më tepër një tape të hedhur në ujë. Në fillim ajo kërcen gjallërisht lart e poshtë, pastaj mbasi lëkundjet e kanë konsumuar energjinë e tyre ajo vendoset në gjendje stacionare). Për shembull, lëvizja e Tokës rrëth Diellit shkakton valë gravitacionale- si pasojë e humbjes se energjisë, do të ndryshojë orbita e Tokës e cila gradualisht do t'i afrohet gjithmonë e më tepër Diellit dhe së fundi do të përplaset me të, duke u vendosur në një gjendje stacionare. Sasia e energjisë së humbur në rastin e Tokës dhe të Diellit është shumë e vogël - pothuajse e mjaftueshme për të vënë në funksionim një ngrohëse të vogël elektrike. Kjo do të thotë se do të duhen miliarda, miliarda, miliarda vjet që Toka të përfundojë në Diell. Kështu që sot për sot nuk ka arsyesh pse te shqetësohem! Ndryshimi i orbitës se Tokës ndodh shumë ngadalë që të mund të vrojtohet, por efekti i njëjtë është vëzhguar të ketë ndodhur disa vite më parë në sistemin e quajtur PSR 1913+16 (PSR do të thotë "pulsar". Një lloj i veçantë ylli prej neutronesh që emeton rregullisht shkarkime radiovalësh). Ky sistem përmban dy yje neutronike që orbitojnë rrëth njëri-tjetrit dhe energjia që ato humbin duke emetuar valë gravitacionale, shkakton spiralimin e tyre drejt njëri-tjetrit.

Gjatë tkurrjes gravitacionale të një ylli për të formuar vrimën e zezë, lëvizjet duhet të janë shumë më të shpejta, prandaj sasia e energjisë që transportohet duhet të jetë shumë më e lartë. Në këtë mënyrë nuk do të duhet shumë kohë që ai të vendoset në gjendje stacionare. Ç'pamje duhet të ketë ky stad përfundimtar? Mund të supozohet se ajo duhet të varet nga të gjitha karakteristikat komplekse të yllit - jo vetëm të masës dhe shpejtësisë së rrotullimit, por edhe të densiteteve të ndryshme të pjesëve të veçanta të yllit dhe të lëvizjeve të komplikuara të gazzrave brenda yllit. Dhe në qoftë se vrimat e zeza janë aq të ndryshme sa dhe objektet që tkurren për t'i formuar ato, duhet të jetë shumë vështirë të bësh parashikime rrëth vrimave të zeza në përgjithësi.

Megjithatë, në vitin 1967, studimi i vrimave të zeza u

D  
S  
E  
L

revolucionarizua nga Werner Israel një shkencëtar kanadez (i cili lindin në Berlin, u rrit në Afrikën e Jugut dhe fitoi gradën e doktorit në Irlandë). Israel-i tregoi se, në përputhje me relativitetin e përgjithshëm, vrimat e zeza që nuk rrotulloheshin, duhet të ishin shumë të thjeshta, ato duhet të ishin krejt sferike, madhësia e tyre do të varet vetëm nga masa, dhe dy vrima të zeza të këtij lloji duhet të ishin identike me njëra-tjetrën. Në fakt, ato do të mund të përshkruhen nga një zgjidhje e veçantë e ekuacioneve të Einstein-it, e zbuluar nga Karl Schwarzschild në vitin 1917 pak kohë mbas zbulimit të relativitetit të përgjithshëm. Në fillim mjaft shkencëtarë duke përfshirë edhe vet Israelin, supozuan se përderisa vrimat e zeza duhet të ishin krejt sferike, një vrimë e zezë mund të formohej vetëm nga tkurrja e një objekti krejtësisht sferik. Çdo yll i vërtetë i cili kurrë nuk mund të jetë krejtësisht sferik - nuk ka rrugë tjetër përvëç tkurrjes për të formuar një singularitet të zhveshur.

Megjithatë pati edhe një interpretim tjetër të rezultatit të Israeli-it, të bërë në mënyrë të veçantë nga Roger Penrose dhe John Wheeler. Ata supozuan se lëvizjet e shpejta që shoqërojnë tkurrjen e një ylli duhet të tregojnë se valët gravitacionale që ai rrezaton duhet ta bëjnë atë edhe më të rrumbullakët dhe gjatë kohës që ai përfundon në një gjendje stacionare, ai duhet të bëhet krejtësisht sferik. Sipas kësaj pikëpamje, çdo yll që nuk rrotullohet, me formë dhe strukturë të brëndshme sado e komplikuar, mbas tkurrjes gravitacionale, duhet të përfundojë si një vrimë e zezë krejt sferike, madhësia e së cilës duhet të varet vetëm nga masa e saj. Llogaritjet e mëvonshme e mbështetën këtë pikëpamje dhe ajo u adoptua shpejt nga të gjithë.

Rezultati i Israelite kishte të bënte me rastin e vrimave të zeza, të formuara vetëm nga trupa jorrotullues. Në vitin 1963 Roy Kerr, një neozelandez gjeti një varg zgjidhjesh të ekuacioneve të relativitetit të përgjithshëm që përshkruajnë vrimat e zeza rrotulluese. Këto vrima të zeza të "Kerr"-it rrotullohen me një shpejtësi konstante, madhësia dhe forma e tyre varet vetem nga masa e tyre dhe nga shpejtësia e rrotullimit. Në qoftë se shpejtësia e rrotullimit është zero, vrima e zezë është krejtësisht e rrumbullakët dhe zgjidhja është identike me zgjidhjen e Shvarcshildit. Në qoftë se shpejtësia e rrotullimit është jo zero, vrima e zezë fryhet në afersi të ekuadorit (ashtu sikurse fryhet Toka ose Dielli si pasojë e rrotullimeve të tyre), dhe sa më shpejt që ajo rrotullohet, aq më shumë fryhet. Kështu, për të shtrirë rezultatet e Israelite tek trupat që rrotullohen, u dha mendimi që të gjithë trupat që rrotullohen dhe që tkurren për të formuar një vrimë të zezë, më në

fund duhet të arrijnë në një gjendje stacionare siç përshkruhet nga zgjidhja e Kerrit.

Në vitin 1970, një nga kolegët e mi që kishte bërë doktoratën në të njëjtën kohë me mua në Cambrige, Brandon Carter, bëri hapin e parë drejt vërtetimit të kësaj hipoteze. Ai tregoi se sikur një vrimë e zezë stacionare rrotulluese të kishte një bosht simetrie, si një fugë, përmasat dhe forma e saj do të vareshin nga masa e saj dhe nga shpejtësia e rrotullimit. Pastaj, në vitin 1971 unë vërtetova se çdo vrimë e zezë stacionare rrotulluese duhet efektivisht të ketë një bosht të tillë simetrie. Së fundi në vitin 1973, David Robinson në Kings College, në Londër përdori rezultatet e Carter-it dhe të miat për të treguar se hipoteza kishte qenë e saktë: një vrimë të tillë e zezë duhet në të vërtetë të ishte një zgjidhje e Kerr-it. Kështu, mbas tkurries gravitacionale një vrimë e zezë duhej të vendosej në një gjendje në të cilën ajo ndodhet në rrotullim por nuk pulson. Përveç kësaj, madhësia dhe forma e saj duhet të varen vetëm nga masa dhe shpejtësia e rrotullimit, dhe jo nga natyra e trupit që është tkurrur për ta formuar atë. Ky rezultat u bë i njobur nga: "Një vrimë e zezë nuk ka flokë". Teorema "pa flokë" ka rëndësi të madhe praktike sepse ajo i pakëson shumë llojet e mundshme të vrimave të zeza. Në këtë mënyrë mund të ndërtohen modele të detajuara të objekteve që mund të përbajnë vrima të zeza dhe të krahasohen parashikimet e këtyre modeleve me vrojtimet. Gjithashtu kjo do të thotë se kur formohet një vrimë e zezë duhet të humbasë një sasi shumë e madhe informacioni rrëth trupit që është tkurrur, sepse mbas kësaj ajo që ne mund të masim për këtë trup, është vetëm masa e tij dhe shpejtësia e rrotullimit. Rëndësia e këtij fenomeni do të shikohet në kapitullin tjetër.

Vrimat të zeza janë vetëm një nga rastet e rralla në historinë e shkencës ku një teori është zhvilluar me shumë hollësi si një model matematik, përpala se të merren të dhëna nga vrojtimet në se ajo është e saktë. Natyrisht, ky ishte argumenti kryesor i kundërshtarëve të vrimave të zeza: si mund besohej tek objektet për të cilët e vetmja e dhënë ishin llogaritjet e bazuara në teorinë e dyshimtë të relativitetit të përgjithshëm? Megjithatë në vitin 1963 Maarten Schmidt, një astronom në Palomar Observatory në California, përcaktoi zhvendosjen e kuqe të një objekti të dobët që i ngjante një ylli në drejtimin e burimit të radiovalëve të quajtur 3C273 (d.m.th. burimi numër 273 në katalogun e tretë të Cambrige-it të radio burimeve). Ai

e quajti shumë të fuqishme këtë zhvendosje për të qenë e shkaktuar nga një fushë gravitacionale: po të ishte një zhvendosje e kuqe gravitacionale, objekti do të duhej të ishte aq i madh dhe aq pranë nesh sa ai do të kishte çrregulluar orbitat e planetëve të sistemit Diellor. Kjo, lindi idenë se zhvendosja e kuqe ishte shkaktuar nga zgjerimi i gjithësisë, gjë që, nga ana e saj, nënkuptonte se ky objekt ishte shumë larg nga ne. Dhe që të jetë i dukshëm në një largësi të tillë të madhe, objekti duhet të jetë shumë i ndriçueshëm, me fjalë të tjera, duhet që të rrezatojë një sasi shumë të madhe energjie. Mekanizmi i vetëm që mund të mendohet për të prodhuar sasi të tillë të mëdha energjie, dukej sikur ishte tkurrja gravitacionale, jo e një ylli të vetëm por e një zone qendrore e një galaktike. Janë zbuluar një numër tjetër "objektesh kuasi stelar", ose kuasar, të ngjashëm të gjithë me zhvendosje të kuqe të madhe. Por ata të gjithë janë shumë larg, prandaj dhe shumë vështirë për tu vëzhguar për të marrë prova përfundimtare mbi vrimat e zesa.

Një inkurajim i mëtejshëm për ekzistencën e vrimave të zesa erdhë në vitin 1967 me zbulimin, nga një student kërkues i Cambridge, Jocelyn Bell, të objekteve qiellore që emetonin sinjale të rregullta radiovalësh. Në fillim Bell dhe profesori i saj, Antony Hewish, menduan se ata mund të kenë bërë kontakt me një civilizim jashtëtokësor në galaktikë! Në të vërtetë në seminarin ku ata komunikuan zbulimin e tyre, më kujtohet se katër burimet e para i kishin pagëzuar me : "L.G.M. 1-4 që do të thotë "Njerëzit e vegjël jeshilë" ("Little Green Men"). Megjithatë, më në fund, ata dhe gjithë të tjerët arritën në konkluzionin më pak romantik se këto objekte, që u quajtën "pulsarë" në fakt ishin yje neutronike rrotullues që emetonin "sinjale" radiovalësh si pasojë e një ndërveprimi të komplikuar ndërmjet fushës së tyre magnetike dhe materies rrëthuese. Këto ishin lajme të këqija për shkrimitarët westerns të hapësirës, por shumë shpresëdhënëse për një numër të vogël prej nesh që besonim tek vrimat e zesa në atë kohë: kjo ishte e dhëna e parë pozitive mbi ekzistencën e yjeve neutronike. Një yll neutronik ka një rreze prej rrëth dhjetë - njëzet kilometrash, vetëm pak herë më të madhe se rrezja kritike në të cilën një yll transformohet në vrimë të zezë. Në qoftë se një yll arrin të tkurret në një madhësi të tillë të vogël, nuk është pa arsyë të mendosh se yje të tjerë mund të tkurren në madhësi edhe më të vogla dhe të bëhen vrima te zesa.

Si mund të shpresojmë të zbulojmë një vrimë të zezë, kur edhe vetë përkufizimi i saj tregon se ajo nuk rrezaton drithë. K jo ngjan me

atë që kërkon një mace të zezë në një depo qymyri. Për fat të mirë, prap ka një mënyrë. Sikurse vuri në dukje John Machell në punimin e tij prej pionieri në vitin 1783, vrima e zezë vazhdon të ushtrojë një forcë gravitacionale mbi objektet rrethuese. Astronomët kanë vrojtuar disa sisteme në të cilët dy yje orbitojnë rrith njëri-tjetrit, të térhequr reciprokisht nga graviteti. Ata gjithashtu kanë vrojtuar sisteme në të cilët ka vetëm një yll të dukshëm që rrrotullohet rrith një shoku të padukshëm. Sigurisht, është e pamundur të konkludosh menjëherë se ky shok është një vrimë e zezë: mund të ndodhë fare mirë që ai të jetë një yll shumë i dobët për t'u parë. Megjithatë, disa nga këto sisteme, sikurse është ai që quhet Cygnus X-1 (Fig.6.2) janë gjithashtu burime të fuqishme rrezesh X. Spjegimi më i mirë i këtij fenomeni është se materia është fryrë nga sipërfaqja e yllit të dukshëm. Duke rënë mbi shokun e padukshëm, ajo zhvillon një lëvizje spirale (pak a shumë si uji që del nga një vaskë) ajo rrxehet shumë dhe lëshon rreze X (Fig.6.3). Që ky mekanizëm të funksionojë, duhet që objekti i padukshëm të jetë shumë i vogël, si një xhuxh i bardhë, yll neutronik, ose vrimë e zezë. Nga vëzhgimi i orbitës së yllit të dukshëm, mund të përcaktohet masa më e vogël e mundshme e objektit të padukshëm. Në rastin e Cygnus X-1 kjo është rrith gjashtë herë sa masa e Diellit, që në përputhje me rezultatin e Chandrasekhar-it, është shumë i madh që objekti i padukshëm të jetë një xhuxh i bardhë. Gjithashtu masa e tij është shumë e madhe që të jetë një yll neutronik, prandaj duket se ajo është një vrimë e zezë.

Ka modele të tjerë që shpjegojnë Cygnus X-1 pa ndërhyrjen e vrimave të zeza por ato janë jo të natyrshme. Vrima e zezë duket se është i vetmi shpjegim me të vërtetë i natyrshëm i vrojtimeve. Pavarësisht nga kjo unë kam vënë një bast me Kip Thorne i Institutit Teknologjik të Californisë se në fakt Cygnus X-1 nuk përmban vrimë të zezë! Kjo është një formë ikarte sigurimi përmua. Unë kam bërë mjaft punime mbi vrimat e zeza, dhe të gjitha këto duhet të humbasin në qoftë se do të rezultonte se vrimat e zeza nuk ekzistojnë. Po në këtë rast, unë duhej të ngushëllohesha se fitoja bastin me katër vjet abonim në revistën Private Eye. Në qoftë se vrima e zezë në Cygnus X-1 egzistonte, Kip-i më detyrohej një vit abonim në Penthouse. Kur ne vumë bastin, në vitin 1975, ne ishim 80 për qind të sigurtë se Cygnus ishte një vrimë e zezë. Tani mund të them se ne jemi rrith 95 për qind të sigurtë, por basti akoma nuk ka përfunduar.

Gjithashtu, ne kemi të dhëna për disa vrima të tjera të zeza në

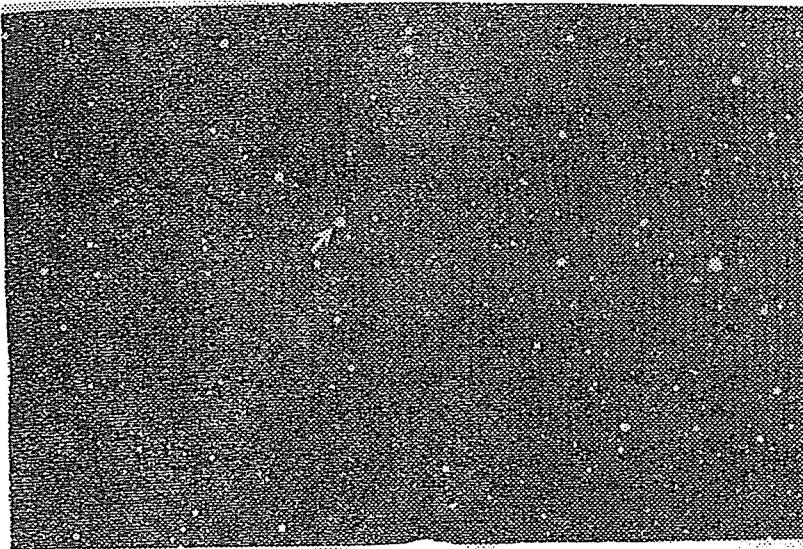


FIG. 6.2.

Më i ndritshmi i dy yjeve në qendër të fotos është Cygnus x-1, që mendohet se është një vrimë e zezë, dhe një yll normal që orbitojnë rreth njëri-tjetrit.

sisteme si Cygnus X-1 në galaktikën tonë dhe në dy galaktika fqinje të quajtura Retë e Magellan-it. Megjithatë, është pothuaj e sigurtë, numri i vrimave të zeza është shumë më i madh; në historinë e gjatë të gjithësisë, shumë yje duhet të kenë djegur të gjitha rezervat e tyre bërthamore dhe kanë qenë të detyruar të tkurren. Numri i vrimave të zeza mund të jetë edhe më i madh se sa numri i yjeve të dukshme, që arrijnë rreth një qind miliardë vetëm në galaktikën tonë. Tërheqja gravitacionale, suplementare e një numri kaq të madh vrimash të zeza, mund të spjegoje pse galaktika jonë rrrotullohet me shpejtësinë që ka: masa e yjeve të dukshëm është e pamjaftueshme ta shpjegoj atë. Ne gjithashtu kemi disa të dhëna se egziston një vrimë e zezë shumë më e madhe me një masë prej rreth qindra mijë herë atë të Diellit, në qendër të galaktikës sone. Yjet e galaktikës që i afrohen shumë kësaj vrime të zezë do të coptohen në dysh nga diferenca e forcave gravitacionale në pjesët e largëta dhe të afërtë të tyre. Mbeturinat e tyre dhe gazrat që flaken jashtë nga yjet e tjerë, do të bien në drejtim të vrimës së zezë. Sikurse edhe në rastin e Cygnus X-1 gazi do të bëjë rrrotullime spirale përbrenda dhe do të nxehet, por jo aq shumë sa në atë rast. Ai nuk do të nxehet aq sa të rrezatojë rreze X, por ai mund të jetë përgjegjës për burimin shumë kompakt të

radiovalëve dhe te rezeve infra të kuqe që vërehet në qendrën e galaktikës.

Eshte menduar se vrima të zeza të ngjashme, madje edhe më të mëdha, me masa prej rrëth njëqind milion herë masën e Diellit gjendën në qendrat e kuasarëve. Materia që bie në këtë lloj vrime të zezë supermasive, duhet të sigurojë të vetmin burim fuqie aq të fuqishëm sa të spjegojë sasitë kolosale të energjisë që emetojnë këto objekte. Ndërkohë që materia rrotullohet me lëvizje spirale në vrimën e zezë kjo mund të bëjë qvrimën e zezë vrima e zezë të rrotullohet në të njëjtin drejtim, duke krijuar një fushë magnetike të përngjashme me atë të Tokës. Në afersi të vrimës së zezë duhet të gjenerohen grimca me energji shumë të lartë si pasojë e rënies së materies në të. Fusha magnetike mund të jetë aq e fuqishme saqë ajo duhet t'i përqendrojë këto grimca në rryma të drejtuara gjatë aksit të rrotullimit të vrimës së zezë, d.m.th., në drejtim të dy palëve-të saj veri dhe jug. Rryma të tilla janë vërejtur në një numër golaktikash dhe kuasaresh.

Gjithashtu duhet patur parasysh mundësia e ekzistencës së vrimave të zeza me masë shumë më të vogël se ajo e Diellit. Të tilla vrima të zeza nuk mund të formohen nga tkurrja gravitacionale, sepse masa e tyre është nën masën kufi të Chandrasekhar : yjet me këto masa të vogla mund ta durojnë vetveten kundër forcës së gravitetit edhe kur i kanë harxhuar rezervat e tyre bërthamore. Vrimat e zeza me masë të vogël mund të formohen vetëm ne qoftë se materia ka qenë shtypur nga presione te jashtme shumë të mëdha deri në densitete të jashtëzakonshme. Kushte të tilla mund të krijohen në një bombë shumë të madhe me hidrogjen: Fizikanti John Wheeler një herë llogariti se po të merret i gjithë uji i rëndë në të gjithë oqeanet e botës, mund të ndërtohet një bombë me hidrogjen e cila duhet ta shtyp materien në qendër aq shumë saqë mund të krijohet një vrimë e zezë (sigurisht, nuk do të mbetet njeri pér ta vrojtuar atë!). Një mundësi më praktike është se vrima të zeza të tilla me masë të vogël mund të kenë qenë formuar në temperaturë dhe presione të larta në gjithësinë e hershëm fillestar. Vrimat e zeza duhet të kenë qenë formuar vetëm në qoftë se gjithësia e hershme nuk ka qenë krejtësisht e lëmuar dhe uniforme, sepse vetëm një zonë të vogël që ishte më i dendur se mesatarja ka patur mundësi të shtypet në mënyrë që të formohet një vrimë e zezë. Por ne e dimë se duhet të ketë pasur disa parregullsi, sepse përndryshe materia akoma duhet të ishte shpërndarë në mënyrë krejt uniforme në kohën e sotme, në vend që të gjëndej e grumbulluar në formën e yjeve dhe të gjëndej e

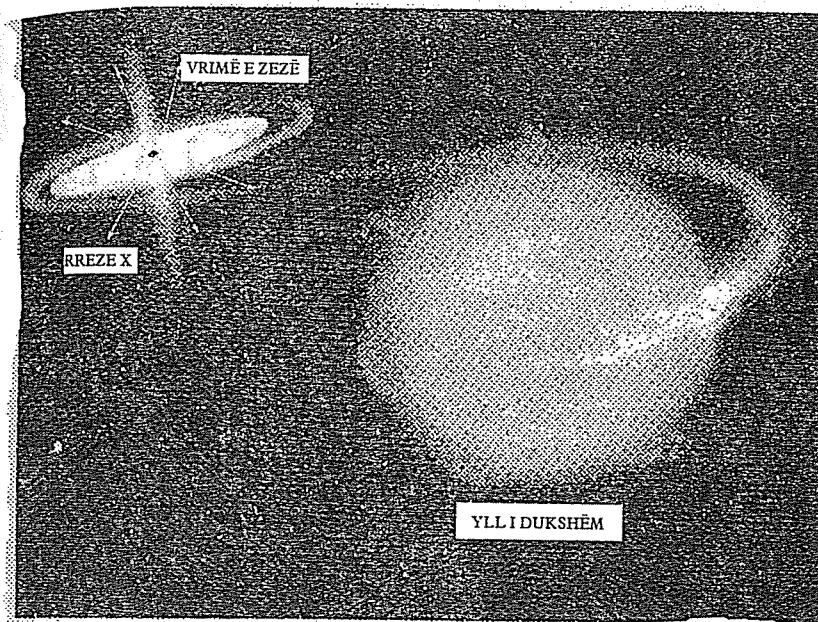


FIG. 6.3.

Nëse parregullsitë e nevojshme për formimin e yjeve dhe të galktikave duhet të kenë çuar në formimin e një numri të rëndësishëm vrimash të zeza "primordiale", kjo varet nga detajet e kushteve në Gjithësian e hershëm. Kështu në qoftë se ne mund të përcaktojmë sa vrima të zeza "primordiale" egzistojnë sot, ne do të mësojmë shumë mbi stendet shumë të hershme të gjithësisë. Vrimat e zeza primordiale me masa më të mëdha se një mijë milionë ton (masa e një malit të madh) mund të zbulohen vetëm nga influenca e tyre gravitacionale mbi materien tjetër, të dukshme ose mbi zgjerimin e gjithësisë. Megjithatë, sikurse do të mësojmë në kapitullin tjetër, vrimat e zeza në fund të fundit nuk janë aq të zeza: ato shkëlqejnë si një trup i nxehthë dhe sa më të vogla janë, aq më shumë ato shkëlqejnë. Kështu, në mënyrë paradoksale, vrimat e zeza më të vogla sotmund të ndodhë të zbulohen më lehtë se më të mëdhatë!

# 7

## VRIMAT E ZEZA NUK JANË DHE AQ TË ZEZA

Përpara vitit 1970, kërkimet e mia mbi relativitetin e përgjithshëm u përqëndruan mbi problemin nëse ka ekzistuar apo jo një singularitet i tipit të big-bengut. Megjithatë një mbrëmje në muajin Nëntor të atij viti, pak kohë mbas lindjes së vjazës time, Lucy-t fillova të mendoj rrëth vrimave të zeza, gjatë kohës që po përgatitesh për t'u futur në shtrat. Invaliditeti im, këtë proces e ngadalëson shumë kështu që unë pata mjaft kohë në dispozicion për të menduar. Në atë kohë nuk ekzistonte një përkufizim i saktë për të përcaktuar se cilat pika të hapësirë-kohës gjenden brënda një vrime të zezë dhe cilat janë jashtë saj. Unë tashmë kisha diskutuar me Roger Penrose idenë e përkufizimit të një vrime të zezë si një grumbull ngjarjesh të cilat e kanë të pamundur të shkëputën në largësi të madhe nga vrima e zezë, gjë që sot përbën përkufizimin e pranuar nga të gjithë. Kjo do të thotë se kufiri i një vrime të zezë, horizonti i ngjarjes, përbëhet nga trajktoret në hapësirë-kohë të rrezeve të dritës që nuk arrijnë më të dalin nga vrima e zezë, duke mbetur përgjithmonë në buzët e saj (Fig.7.1). Pak a shumë i ngjan atij që kërkon t'i shpëtojë policit, por arrin të vrapijë vetëm një hap përpara tij, pa qenë i aftë t'ja mbathë përfare.

Papritur kuptova se trajktoret e këtyre rrezeve nuk do të arrijnë kurrë t'i afrohen njëra-tjetras. Në të kundërt, këto rreze më në fund do të takohen me njëra-tjetren. Do të ndodhët si në rastin kur takon

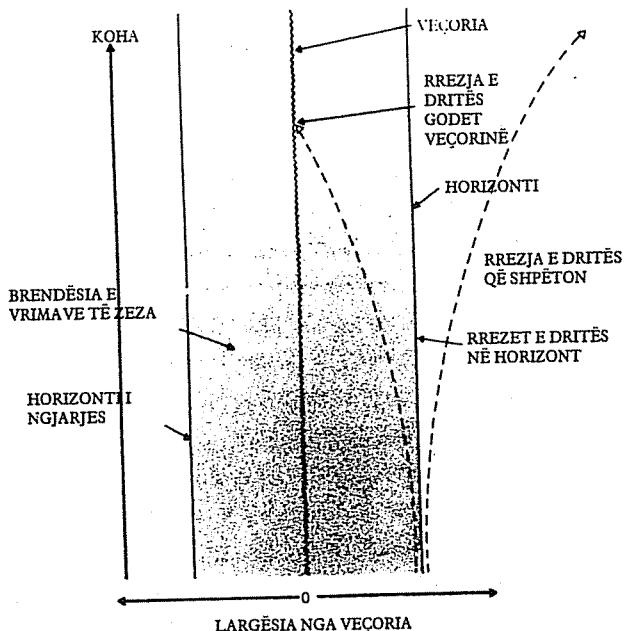


FIG.7.1

dikë që gjithashtu i largohet me vrap policot, si dh jupor në drejtimin e kundërt, ju do të arrestoheni të dy (ose, në këtë rast do të bini në një vrimë të zezë). Por, në qoftë se këto rreze drite do të thitheshin nga vrima e zezë, atëherë ato nuk do të mund të ndodheshin në kufijtë e sajë. Kështu trajktoret e rrezeve të dritës në horizontin e ngjarjeve, gjithmonë do të janë duke lëvizur në mënyrë paralele duke iu larguar njëra-tjetrës. Një mënyrë tjetër për ta kuptuar, është se horizonti i ngjarjeve, d.m.th., kufiri i vrimës së zezë, i ngjan skajit të një hije - hijes së fatit që të kërcënë. Në qoftë se vështrojmë hijen që lëshon një objekt në distance të madhe, si p.sh. Dielli, do të shohim se rrezet e dritës në skajet e hijes nuk i afrohen njëra-tjetrës.

Në qoftë se rrezet e dritës që formojnë horizontin e ngjarjeve, kufirin e vrimës së zezë, nuk mund t'i afrohen kurrrë njëra-tjetrës, atëherë sipërfaqja e horizontit të ngjarjeve mund të mbetet e njëjtë ose me kohë të rritet, por kurrrë nuk mund të zgjedhë, sepse kjo do të thotë se të paktën disa nga rrezet e dritës në kufi duhet t'i afrohen njëra-tjetrës. Në fakt, sipërfaqja duhet të rritet sa herë materia ose

BASHKIMI QË FORMON  
VRIMËN E ZEZË  
PËRFUNDIMTARE

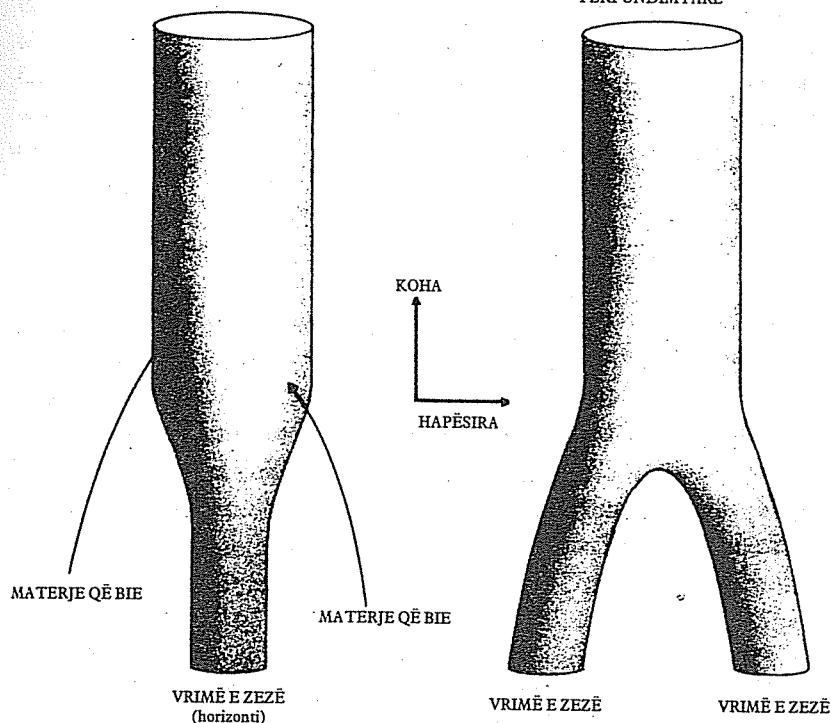


FIG. 7.2. dhe FIG 7.3.

rrezatimet hyjnë në vrimën e zezë. (Fig.7.2) Ose kur dy vrima të zëza përplasen dhe shkrihen për të formuar një vrimë të vetme të zezë, sipërfaqja e horizontit të ngjarjeve e vrimës së zezë përfundimtare do të jetë më e madhe ose e barabartë me shumën e sipërfaqeve të horizonteve të ngjarjeve të vrimave të zëza origjinale (Fig.7.3). Veçoria e moszvogëlimit të sipërfaqes të horizontit të ngjarjes i ve një kufizim të rëndësishëm sjelljeve te mundshme të vrimave të zëza. Unë u emocionova aq shumë me zbulimin që bëra, saqë atë natë pothuaj nuk vura gjumë në sy. Të nesermen i telefonova Roger Penrose-it. Ai ra dakord me mua. Në fakt unë mendoj se ai ishte në dijeni të kësaj veçorie të sipërfaqes. Megjithatë, përkufizimi i tij mbi vrimën e zezë ishte pak më i ndryshëm. Ai nuk e kishte kuptuar se kufijt e vrimës së zezë, sipas të dy përkufizimeve, duhet të ishin të njëjtë, pra edhe sipërfaqet e tyre duhet të ishin të njëjta, me kusht që vrima e zezë të ketë arritur në gjendjen në të cilën ajo nuk do të ndryshojet me kohën.

Sjellja e moszvogëlimit të sipërfaqes se një vrime të zezë, të kujton sjelljen e një madhësie fizike të quajtur entropi që mat shkallën e çrrregullsisë të një sistemi. Eksperiencia e përditshme tregon se çrrregullsia ka tendencë të rritet në qoftë se gjërat lihen ashtu sikurse janë (Mjafton të mos bësh riparime në shtëpi dhe e kuption këtë!). Mund të vësh rregull duke u nisur nga çrrregullsia; (për shembull mund të lyesh shtëpinë), por kjo kërkon mund ose energji, gjë që zvogëlon sasinë e këruar të energjisë së rregullt në dispozicion.

Një formulim i saktë i kësaj ideje njihet me emrin parimi i dytë i termodinamikës. Ai pohon se entropia e një sistemi të izoluar është gjithmonë në rritje dhe se kur bashkohen dy sisteme së bashku, entropia e sistemit të kombinuar është më e madhe se shuma e entropive të sistemeve të veçantë. Të marrim për shembull një sistem molekulash gazi në një enë. Molekulat mund ti krahasojmë me topat e vegjël të bilardos që përplasen pa pushim dhe godasin muret e enës. Sa më e lartë të jetë temperatura e gazit, aq më shpejt do të lëvizin molekulat, aq më shpesh dhe më fort ato do të përlasen me muret e nës dhe aq më i madh do të jetë presioni që ato ushtrojnë mbi mure. Të supozojmë se në fillim të gjitha molekulat gjenden të kufizuara në anën e majtë të enës, nga një ndarëse. Po të hiqet kjo ndarëse, molekulat do kenë tendencë të përhapen dhe të zënë të dy gjysmat e

enës. Në një çast më vonë ato mundet, krejt rastësisht, të grumbullohen të gjitha në gjysmën e djathtë të enës, ose prap në gjysmën e majtë, por me siguri do të ketë më shumë të ngjarë që të ketë një numër pothuaj të barabartë në të dy gjysmat e enës. Një gjendje e tillë është më pak e rregullt, ose është më e çrregullt se gjendja origjinale kur të gjitha molekulat ndodheshin në njérën nga gjysmat e enës. Mund të themi pra se entropia e gazit është shtuar. Po ashtu, le të supozojmë se kemi dy enë, ku njëra përmban molekula oksigjeni dhe tjetra molekula azoti. Në qoftë se i bashkojmë enët dhe u bëqim murin ndarës, oksigjeni dhe azoti do fillojnë të përzihen. Në një çast të mëvonshëm, gjendja më e mundshme do të jetë një përzjerje mjaft uniforme e molekulave të oksigenit dhe të azotit në të dyja enët. Kjo gjendje do të jetë më pak e rregullt dhe pra do të ketë më shumë entropi se gjendja fillestare e dy enëve të ndara.

Parimi i dytë i termodinamikës ka një status pak a shumë të ndryshëm nga ai i ligjeve të tjera të fizikës siç është ligji i gravitetit i Newton-it për shembull, sepse ai nuk është i vlefshëm veçse në pjesën më të madhe të rasteve, pra jo gjithmonë. Mundësia që të gjitha molekulat e gazit të enës sonë të parë, pas një farë kohe të gjenden në gjysmën e enës, është një në shumë mijë milairdë, por kjo mund të ndodhë. Megjithatë, në qoftë se aty përreth gjendet një vrimë e zezë, duket se egziston një mjet akoma më i thjeshtë për ta shkeluar parimin e dytë: mjafton të hedhësh pak materie që zotëron një sasi entropie si, psh, një enë me gaz në vrimën zezë. Entropia totale e materies jashtë vrimës së zezë mund të pakësohet. Sigurisht, akoma mund të thuhet se, entropia totale, duke përfshirë edhe entropinë brenda vrimës së zezë, nuk është pakësuar, - por meqenëse nuk ka mundësi të shikosh brenda vrimës së zezë, ne nuk mund të dimë sa entropi përban materia e saj. Prandaj do të ishte interesante sikur vrima e zezë të kishte ndonjë karakteristikë, nëpërmjet së cilës, vëzhguesit jashtë saj të vlerësonin entropinë që përban ajo dhe si duhet të rritet, ajo sa herë që materia që zotëron entropi bije në vrimën e zezë. Në vazhdim të zbulimit që u përshkrua më sipër, se sipërfaqja e horizontit të ngjarjeve zmadhohet sa herë materia bije në vrimën e zezë, një student kërkukes i Princeton-it, Jacob Bekenstein, hodhi idenë se nëpërmjet sipërfaqes së horizontit të ngjarjeve mund të vlerësohet vetë entropia e vrimës së zezë. Kur materia që zotëron entropi bie në

një vrimë të zezë, sipërfaqja e horizontit të ngjarjeve duhet të zmadhohet, kështu që shuma e entropisë së materies jashtë vrimave të zeza me sipërfaqe e horizonteve nuk duhet të zgjedhohet kurrë.

Ky sugjerim duket se e mbron parimin e dytë të termodinamikës nga shkeljet që ai mund të pësojë në situata të ndryshme. Megjithatë ai kishte një inkonvenencë fatale. Në qoftë se një vrimë e zezë ka entropi, atëherë ajo duhet të ketë edhe një temperaturë te sajën. Por një trup me një temperaturë të dhënë duhet të emetojë rrezatim në një sasi të caktuar. Të gjithë e dinë mirë se po të nxehësh një mashë në zjarr ajo do të skuqet dhe do të lëshojë rrezatim, por edhe trupat me temperaturë më të ulët lëshojnë rrezatim në praktikë kjo nuk kuptohet sepse sasija e saj është shumë e vogël. Ky rrezatim është i nevojshëm për të parandaluar shkeljen e parimit të dytë. Pra, vrimat e zeza do të duhej të emetojnë rrezatim. Por sipas përkufizimit, vrimat e zeza janë objekte që nuk duhet të emetojnë asgjë. Prandaj duket se sipërfaqja e horizontit të ngjarjeve të një vrime të zezë, mund të mos përfaqësojë entropinë e saj. Në vitin 1972 unë shkrova një artikull me Brandon Carter, dhe me një koleg Amerikan, Jim Bardeen, ku theksuam se megjithëse ekzistonin shumë gjëra të përbashkëta ndërmjet entropisë dhe sipërfaqes së horizontit të ngjarjeve, egzistonte kjo pengesë madhore. Unë duhet ta pranoj se duke shkruar këtë artikull, isha i motivuar pjesërisht nga iritim karshi Bekenstein-it, i cili sipas meje, e kishte keqpërdorur zbulimin tim mbi rritjen e sipërfaqes së horizontit të ngjarjeve. Megjithatë, më vonë doli se në themel ai kishte pasur të drejtë, megjithëse në një mënyrë që ai nuk e kishte menduar.

Në shtatorin e vitit 1973, ndërsa po bëja një vizitë në Moskë, diskuktova rreth vrimave të zeza me dy ekspertë të mëdhenj sovjetikë Yakov Zeldovich dhe Alexander Starobinsky. Ata më bindën se sipas parimit të papërcaktueshmërisë të mekanikës kuantike, vrimat e zeza rrrotulluese duhet të gjenerojnë dhe të emetojnë grimca. Unë i pranova pa rezerva argumentet e tyre fizike por nuk më pëlqen rruga matematike për të llogaritur këtë emetim. Prandaj fillova të mendoj mbi një zgjidhje matematike më të mirë, që e përshkrova në një seminar informativ në Oxford në fund të Nëntorit 1973. Në këtë kohë, unë nuk i kisha bërë llogaritjet për të vlerësuar rëndësinë e këtij

rrezatimi. Unë prisja të zbulojë vetëm rrezatimin që Zeldovich dhe Starobinsky kishin parashikuar në rastin e vrimave të zeza rrrotulluese. Megjithatë, kur bëra llogaritjet, zbulova për habinë time dhe bezdinë time të madhe, se edhe vrimat e zeza jo rrrotulluese duhet të gjenerojnë grimca dhe të rrezatojnë grimca në sasi të madhe. Në fillim unë mendova se ky rrezatim tregon se një nga aproksimacionet që pata përdorur ishte i pa vlefshën. Unë pata frikë se mos Bekenstein do të informohej mbi këtë dhe do ta përdorte si argument suplimentar në favor të idesë së tij rreth entropisë së vrimave të zeza, gjë që mua akoma nuk më pëlqente. Megjithatë, sa më shumë mendoja rreth këtij problemi, aq më tepër më dukej se përafimet duhet të ishin të vlefshme. Në fund të fundit, ajo që më bindi se ky rrezatim ekzistonte me të vërtetë, ishte se spektri i grimcave të rrezatuar ishte saktësish i njëjtë me atë që do të rrezatonte një trup i nxeh të dhe se vrima e zeza rrezatonte grimca në një sasi që përputhej plotësisht me mos shkeljen e parimit të dytë të termodinamikës. Që nga ajo kohë llogaritjet u përsëritën në shumë forma të ndryshme nga shkencetare te tjere. Ata të gjithë konfirmuan se një vrimë e zezë duhet të rrezatojë grimca dhe rrezatim ashtu si do të rrezatonte një trup i nxeh të me një temperaturë që varet vetëm nga masa e vrimës së zezë: sa më e madhe masa aq më e vogël duhet të jetë temperatURA.

Si është e mundur që një vrimë e ezezë të rrezatojë grimca kur e dimë se asgjë nuk mund të dalë që nga brenda horizontit të ngjarjeve? Përgjigjia që na jep teoria kuantike është se grimcat nuk vijnë nga brënda vrimës së zezë, por nga një hapësirë "boshe" që ndodhet jashtë dhe në afërsi të horizontit të ngjarjeve të vrimës së zezë! Kjo mund të interpretohet kështu: atë që ne e quajmë hapësirë "boshe" mund të mos jetë krejtësisht "boshe" sepse kjo do të thoshte se të gjitha fushat, qofshin këto gravitacionale ose elektromagnetike, do të duhej të ishin tamam zero. Por, vlera e një fushe dhe sasia e ndryshimeve të saj me kohën i përngjajnë pozicionit dhe shpejtësisë së një grimce: parimi i papërcaktueshmërisë kërkon që sa më me saktësi njihet një nga këto madhësi, aq më me pak saktësi mund të njihet madhësia tjetër. Prandaj në një hapësirë boshe, fusha nuk mund të jetë saktësish e barabartë me zero, sepse në këtë rast ajo do të kishte një vlerë të përcaktuar (zero) dhe një sasi të përcaktuar ndryshimi (gjithashtu zero). Duhet të ekzistojë një farë sasie minimale papërcaktueshmërie, ose

fluktuacionesh kuantike, në vlerën e kësaj fushe. Këto fluktuacione mund të imagjinohen si çifte grimcash drite ose gravitacioni, që dhe asgjësohen me njëra-tjetrën, ndahen pastaj bashkohen serish prëpara se të asgjësohen. Këto grimca janë virtuale si ato që mbartin forcën graitacionale të diellit: në ndryshim me grimcat e vërteta, ato nuk mund të vrojtohen drejtpërsëdrejti nga një detektor i grimcave. Megjithatë, efektet e tyre indirekte në formën e ndryshimeve të lehta të energjisë në orbitat e elektrokeve brenda atomeve, mund të maten dhe të përpushten shumë mirë me parashikimet teorike. Parimi i papërcaktueshmërisë gjithashtu parashikon mundësinë e egzistencës së çifteve të përngjahsme dhe virtuale të grimcave të materies, sikurse janë elektronet ose kuarket. Në këtë rast, megjithatë, një pjesëtar i çiftit, do të jetë një grimcë dhe tjetri, një antigrimcë (antigrimcat e dritës dhe të gravitetit janë të njëjtë me grimcat)

Meqenëse energjia nuk mund të krijohet nga hiçi, njëri nga partnerët e çiftit grimcë/antigrimcë do të ketë energji pozitive, ndërsa partneri tjetër, energji negative. Ai me energji negative është i dënuar të jetë grimcë virtuale me jetë të shkurtër sepse grimcat e vërteta në situata normale kanë gjithmonë energji pozitive. Prandaj ajo duhet të gjejë partnerin e vet dhe të asgjësohet bashkë me të. Megjithatë, një grimcë e vërtetë që ndodhet në afersi të një trupi masiv, ka më pak energji se sa të ndodhej shumë larg prej tij, sepse atij i duhet të harxhojë energji për t'u larguar dhe për të përballuar tërheqjen gravitacionale të trupit. Në kushte normale energjia e një grimce është gjithmonë pozitive, por fusha gravitacionale brenda vrimës së zezë është aq e fuqishme saqë edhe një grimcë e vërtetë, aty mund të ketë një energji negative. Kur një vrimë e zezë është e pranishme, efektivisht është e mundshme që një grimcë virtuale me energji negative, të bjerë në të dhe të transformohet në një grimcë të vërtetë ose në një antigrimcë. Në këtë rast, ajo nuk do të ketë më nevojë të asgjësohet me partneren e vet. Por mund të ndodhë që edhe partnerja me të cilën u nda, të bjerë në vrimën e zezë. Ose, duke patur energji pozitive, ajo gjithashtu mund t'i shpëtojë afersisë me vrimën e zezë si një grimcë e vërtetë ose si një antigrimcë (Fig. 7.4). Për një vëzhgues të largët, kjo grimcë do të krijojë përshtypjen sikur është emetuar nga vrima e zezë. Sa më e vogël të jetë vrima e zezë aq më e vogëld o të jetë largësia që do duhet të përshkojë grimca me energji negative përpëra sa të transformohet në një grimcë të vërtetë dhe kështu po aq më e madhe do të jetë sasia e rrezatimit dhe temperatura e dukshme e vrimës së zezë.

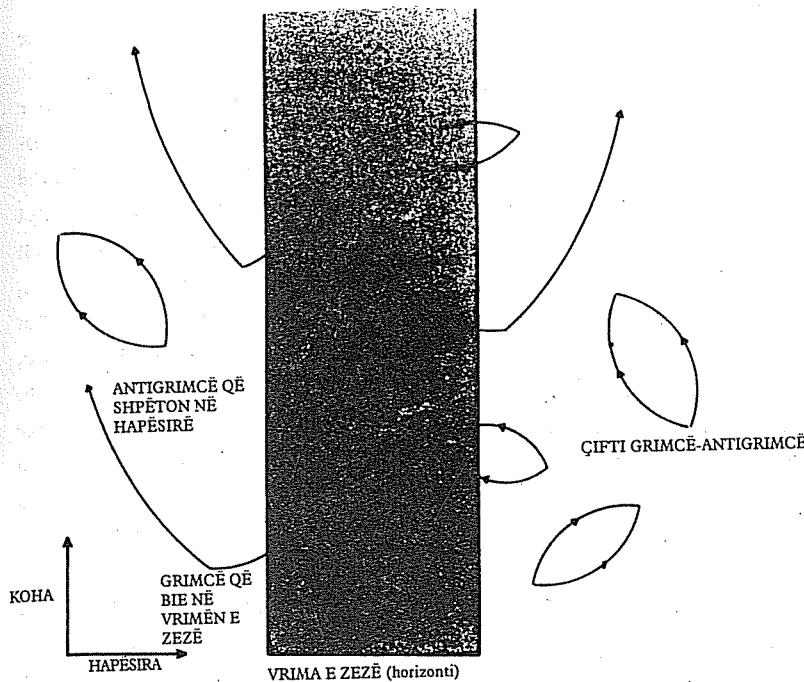


FIG. 7.4.

Energjia pozitive e rrezatimit te emetuar duhet te ekilibrohet nga një fluks grimcash me energji negative në brendinë e vrimës së zezë. Sipas ekuacionit të Einstein-it  $E = mc^2$  (ku  $E$  është energjia,  $m$  është masa dhe  $c$  është shpejtësija e dritës), energjia është proporcionale me masën. Një fluks energjie negative që futet brenda vrimës së zezë do ta pakësojë kështu masën e saj. Për shkak të humbjes të kësaj mase, sipërfaqja e horizontit të ngjarjeve do të zvogëlohet por ky zvogëlim i entropisë së vrimës se zezë do të mbikompensohet nga entropija e rrezatimit të emetuar, kështu që parimi i dytë i termodynamikës nuk do të shkelet kurë.

Përveç kësaj, sa më e vogël të jetë masa e vrimës së zezë, aq më e lartë është temperatura e saj. Kështu kur vrima e zezë humb masë, temperatura e saj dhe sasia e rrezatimit shtohen, kështu që ajo humb masë me shpejtësi më të madhe. Çfarë ndodh në rastin kur masa e vrimës së zezë bëhet jashtëzakonisht e vogël, nuk është krejtësisht e qartë, por supozimi më i arsyeshëm është se ajo duhet të zhduket krejtësisht me një shpërthim të tmerrshëm përfunditmar rrezatimi, ekivalënt me shpërthimin e disa milionë bombash me hidrogjen.

Një vrimë e zezë me një masë disa herë atë të diellit duhet të ketë një temperaturë prej vetëm një të dhjetë miliontë e një grade mbi zeron absolute. Kjo është shumë më pak se temperatura e rrezatimit mikrovalor që mbush gjithësinë (rreth  $2.7^{\circ}$  mbi zeron absolute), kështu që këto lloj vrimash të zeza duhet të emetojnë shumë më pak se sa ato absorbojnë. Në qoftë se gjithësia do të zgjerohet pafund, temperatura e rrezatimit mikrovalor do të zgogëlohet nën atë të vrimës së zezë, për të cilën fillon e zgogëlon masën e saj. Por, edh në këtë rast, temperatura e saj do të jetë aq e ulët sa do t'i duhet rreth një mijë miliardë, miliardë, miliardë, miliardë, miliardë, miliardë, miliardë vjet (një 1 ose një 2 me dhetë zero prapa). Nga ana tjetër, sikurse e pamë në kapitullin 6, duhet të ketë vrima të zeza të hershme me një masë shumë me të vogël, të shkaktuara nga tkrrija e iregulariteteve në fazat fare te hershme të gjithësisë. Këto vrima të zeza duhet të kenë një temperaturë shumë më të lartë dhe të rrezatojnë në një sasi shumë më të madhe. Një vrimë e zezë e hershme me një masë fillestare prej një miliard tonesh duhet të ketë një jetëgjatësi pak a shumë të barabartë me moshën e gjithësisë. Vrimat e zeza të hershme me masa fillestare më të vogla se kjo vlerë, tashmë duhet të janë avulluar plotësisht, por ato me masa pak më të mëdha, akoma duhet të rrezatojnë rreze X dhe rreze gama. Këto rreze X dhe rreze gama i përngjajnë rrezeve të dritës, por me gjatësi vale shumë më të shkurtër. Këto lloj vrimash pothuajse nuk e meritojnë epitetin të zeza: në të vërtetë ato janë të nxehtha deri në të bardhë dhe rrezatojnë energji në një sasi prej rreth dhjetë mijë megavatësh.

Një vrimë e tillë e zezë do të mund të ushqente dhjetë centrale të mëdhenj në qoftë se ne do të arrinim të shfrytëzonim fuqinë e saj. Megjithatë, një gjë e tillë do të ishte shumë e vështirë: vrima e zezë do të kishte masën e një mali të ngjeshur në më pak se një të njëmilliontë e të miliontës së centimetrit, pra në përmasat e bërrhamës së një atomi! Në qoftë se njëra nga këto vrima të zeza do të gjindej në sipërfaqen e tokës, nuk do të kishte as një mjet për ta penguar të përshkruante koren për të arritur në qendër të planetit. Ajo do të lëkundëj përparrë se të ndalej në qendër të Tokës. Në këtë mënyrë, i vetmi vend ku do të mund të gjendej kjo lloj vrime e zezë, në mënyrë

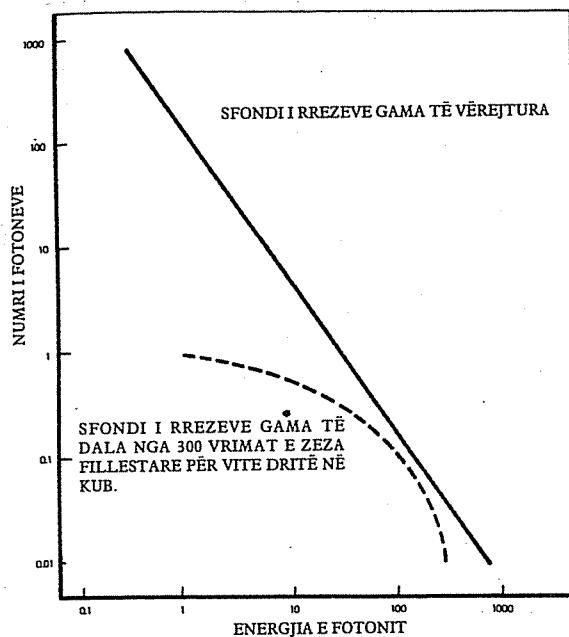


FIG. 7.5.

që të shfrytëzohej energjia e saj do të ishte në orbitë rreth Tokes, - dhe e vjetmja mënyrë për ta vendosur në orbitë rreth Tokës do të ishte ta tërhiqje duke lidhur një masë të madhe para saj, diçka të përngjashme me një karrotë përpara një gomari. Ky propozim nuk është edhe aq praktik dhe nuk duket se mund të realizohet të paktën në një të ardhme të afërt.

Në qoftë se ne nuk mund ta shfrytëzojmë rezatimin e këtyre vrimave të zeza fillestare, cilat janë mundësítë tona që t'i vëzhgojmë ato? Ne mund të kérkojmë për rezet gama që vrimat e zeza fillestare rezatojnë gjatë pjesës më të madhe të ekzistencës së tyre. Megjithëse rezatimi i secilës prej tyre është mjaft i dobët, për shkak të largësisë nga ne, rezatimi i përbashkët i tyre duhet të jetë i kapshëm. Sot vrojtohet një sfond të tillë rezesh gama. Fig. 7.5 tregon se si intensiteti i rrezeve të vëzhguara ndryshon me frekuencën (numri i valëve në sekondë). Megjithatë, ky sfond mund të jetë dhe ndoshta është formuar nga shkaqe të tjera që nuk kanë lidhje me vrimat e zeza fillestare. Vija e ndërprerë në Fig. 7.5 tregon sesi intensiteti duhet

të ndryshojë me frekuencën për rrezet gama që dalin nga vrimat e zeza fillestare në qoftë se ato do të ishin rrëth 300 për një kub vite/dritë. Në këtë mënyrë mund të themi se vëzhgimet e sfondit të rrezeve gama nuk japid ndonjë të dhënë pozitive në favor të vrimave të zeza fillestare, por na tregonjë gjithashtu se, mesatarisht, ato nuk mund të jenë më shumë se 300 për një kub vit/drite në gjithësi. Ky kufi do të thotë se vrimat e zeza fillestare mund të përbëjnë jo më shumë se një të miliontën e materies në gjithësi.

Me vrimat e zeza fillestare kaq të rralla, duket se nuk ka as një mundësi që ndonjëra të gjendet aq afër mesh për ta vëzhguar si burim i veçantë i rrezeve gama. Por meqenëse graviteti do të tërhoqi vrimat e zeza fillestare në drejtim të çdo lloj materje, ato duhet të jenë shumë më të zakonshme brenda dhe rrëth galaktikave. Kështu, megjithëse sfondi i rrezeve gama na tregon se nuk mund të ketë më shumë se 300 vrima të zeza fillestare mesatarisht për një kub vite/dritë, ai nuk na tregon asnjë se sa të zakonshme mund të jenë ato në vetë galaktikën tonë. Sikur ato të ishin të themi, një milion herë më të zakonshme se kaq, atëherë vrima e zezë më pranë nesh, ndoshta duhej të ishte në një largësi prej rrëth një miliardë kilometera, ose pak a shumë po aq larg sa Pluto-ni, planeti më i largët që nijhet. Në këtë largësi akoma do të ishte shumë vështirë të kapje rrezatimin e besueshëm të një vime të zezë dhe sikur rrezatimi të arrinte dhjetë mijë megawar. Për të vrojtuar një vrimë të zezë primordiale, do të duhet të dedektohen disa kuante rrezesh gama me prejardhje nga i njëjti drejtim në një interval të arsyeshëm kohe, të themi në një javë, përndryshe, ato thjeshtë mund të jenë pjesë e sfondit. Por, parimi i kuanteve i Planck-ut na tregon se çdo kuant rrezesh gama ka një energji shumë të madhe, sepse rrezet gama kanë një frequencë shumë të lartë, kështu që do të mjaftonin vetëm disa prej tyre për të rrezatuar dhjetë mijë megawat. Dhe t'i vëzhgosh këto kuante nga një largësi e barabartë me atë të Pluto-nit do të duhej një detektor i rrezeve gama më i fuqishëm se ato që kemi ndërtuar deri më sot. Përveç kësaj, detektori do duhej të ishte në hapësirë, sepse rrezet gama, nuk mund ta pëershkojnë atmosferën tonë.

Sigurisht, në qoftë se një vrimë e zezë që ndodhet po aq larg sa dhe Pluto-ni, do të arrinte fundin e jetës së vetë dhe të shpërthente do të ishte e lehtë të zbulojë rrezatimin e shpërthimit të saj përfundimtar. Por, në qoftë se vrima e zezë ka rrezatuar gjatë dhjetë ose njëzet miliardë vjetëve të fundit, mundësia që ajo të arrijë fundin e jetës së saj gjatë disa viteve të ardhshme është në të vërtetë mjaft më

e vogël se sa gjatë disa miliona vite në të kaluarën ose në të ardhmen! Që të arrihet të vëzhgohet një shpërthim përpara se të jenë shpenzuar fondet e kërkimit ju do të duhet të gjendet një metodë për të detektuar të gjitha shpërthimet në një largësi prej rreth një vit/drite. Do të mbetej akoma problemi i detektorit të fuqishëm të rrezeve gama për të kapur ato pak kuante që lindura nga shpërthimi. Megjithatë, në këtë rast, nuk do të jetë e nevojshme të përcaktohet se të gjitha kuantet kanë ardhur nga i njëjtë drejtim : do të mjaftonte të kosntatoje se ato të gjitha kanë ardhur brenda një intervali shumë të shkurtër kohe për të besuar në mënyrë të arsyeshme se ato vijnë nga i njëjtë shpërthim.

Atmosfera e Tokës sonë sëhtë një detektor rrezesh gama , e aftë të zbulojë vrimat e zeza fillestare.(Ne ndoshta nuk do të jemi në gjëndje të ndërtojmë një detektor më të madhi!). Kur një kuant rrezesh gama me energji të lartë godet atomet e atmosferës tonë, ai krijon çifte elektronesh dhe pozitronesh (antielektronesh). Kur këta godasin atomet e tjerë, nga ana e tyre krijojnë çifte të shumtë elektronesh dhe pozitronesh, dhe në këtë mënyrë përftohet ai që quhet shiu elektronik. Rezultati është krijimi i një lloj drite që njihet me emrin rrezatimi i Cerenkov-it. Kështu ne mund të zbulojmë shpërthimet e rrezeve gama duke kërkuar shkrepëtimat e dritës në qiellin e natës. Sigurisht, ka edhe shumë fenomene të tjera si p.sh. rrufetë dhe reflektimet e dritës së Diellit nga statelitët që bien dhe mbeturinat e tyre që rrrotullohen rreth Tokës, që gjithashtu mund të shkaktojnë shkrepëtim. Shpërthimet e rrezeve gama mund të dallohen nga efektet e mësipërme duke i vrojtuar shkrepëtimat njëkohësisht nga dy ose më shumë pozicione që ndodhen larg nga njëri-tjetri. Një studim i tillë u bë nga dy shkencëtarë nga Dublin-i, Neil Porter dhe Trevor Weekes, më dihmën e teleskopeve në Arizona. Ata regjistruan mjaft shkrepëtima por, asnjëra nga këto nuk mund t'i atribohej tërësisht shpërthimeve të rrezeve gama me origjinë nga vrimat e zeza fillestare.

Edhe në qoftë se kërkimet për vrimat e zeza fillestare janë negative, megjithatë ato do të na japid një informacion të rëndësishëm mbi stendet shumë të herëshme të gjithësisë. Në qoftë se gjithësia i herëshme ka qenë kaotike ose e parregullt ose në qoftë se presioni i materies ka qenë i vogël, duhej të pritej që ajo të prodhonte shumë më tepër vrima të zeza fillestare se sa kufiri që tashmë kanë përcaktuar vrojtomet tona mbi sfondin e rrezeve gama . Vetëm në qoftë se gjithësia i herëshme ka qenë shumë e lëmuar dhe uniforme, me një presion të

i herëshme ka qenë shumë e lëmuar dhe uniforme, me një presion të lartë, mund të shpjegohet mungesa e numrit të vëzhgueshëm të vrimave të zeza fillestare.

Idea e rrezatimit nga vrimat e zeza qe rasti i parë i një parashikimi, që varej në mënyrë esenciale nga të dy teoritë e mëdha të këtij shekulli, d.m.th. relativiteti i përgjithshëm dhe mekanika kuantike. Në fillim ajo pati shumë kundërshtarë sepse ajo përmby si pikëpamjen ekzistuese: "Si mundet që një vrimë e zezë të rrezatojë diçka?". Kur për herë të parë komunikova rezultatet e llogaritjeve të mia në një konferencë në Rutherford - Appleton Laboratory pranë Oxford-it u prita me mosbesim të përgjithshëm. Në fund të fjalës time, kryetari i seancës John G. Taylor nga Kings College - Londër, pretendoi se e gjitha kjo ishte pa kuptim. Ai shkroi edhe një artikull për këtë problem. Por më në fund shumë shkencëtarë, duke përfshirë edhe John G. Taylor arritën në përfundimin se vrimat e zeza duhet të rrezatojnë ashtu si trupat e nxehët në qoftë se idetë tonë në përgjithësi mbi relativitetin e përgjithshëm dhe mekanikën kuantike janë të sakta. Kështu edhe pse nuk kemi arritur akoma të zbulojmë një vrimë të zezë fillestare, të gjithë janë dakord se po ta kishim zbuluar ajo duhet të vazhdonte të rrezatonte shumë rreze gama dhe rreze X.

Ekzistenca e rrezatimit nga vrimat e zeza, duket se mbështet mendimin se tkurja gravitacionale nuk është aq përfundimtare dhe aq e pakthyeshme sikurse e kishim menduar më parë. Në qoftë se një kozmonaut bie në një vrimë të zezë, masa e saj do të rritet, por në fund energjia ekuivalente me masën suplementare, do të kthehet në gjithësi në formën e rrezatimit. Kështu, në një farë kuptimi, kozmonauti do të "riciklohet". Megjithatë kjo do të përbënte një surogat pavdekshmërie, sepse çdo koncept personal mbi kohën, për kozmonautin, me siguri do të kishte marrë fund në të njëtin çast kur ai do të ishte thithur brenda vrimës së zezë! Madje edhe llojet e grimcave që në këtë rast do të rrezatohen nga vrima e zezë, në përgjithësi duhet të jenë të ndryshme nga ato që përbënin kozmonautin: e vetmja karakteristikë që duhet të mbijetojë nga kozmonauti duhet të jetë masa e tij ose energjia.

Përafimet që unë përdora për të gjetur rrezatimin e vrimave të zezë duhet të funksionojnë në rregull në rastin e një vime të zezë që ka masë më të madhe se frakzioni i gramit. Megjithatë, ato nuk do të jenë më të vlefshme, në fund të jetës së vrimës së zezë, kur masa e saj zvogëlohet shumë. Rezultati më i mundshëm duhet të jetë se vrima e zezë do të zhduket, menjëherë të paktën nga rajoni ynë i gjithësisë,

duke marrë me vete kozmoautin dhe çdo singularitet që ajo mund të përbante, sigurisht në qoftë se do të kishte ndonjë të tillë. Ky ishte treguesi i parë se mekanika kuantike mund të eliminonte singularitetet e parashikuara nga relativiteti i përgjithshëm. Megjithatë, metodat që u përdorën nga unë dhe nga shkencëtarë te tjerë në vitin 1974, nuk ishin në gjendje t'u përgjigjeshin pyetjeve, si për shembull, nëse egzistonin singularitetet në gravitetin kuantik. Nga viti 1975 e këndej fillova të zhvilloj një metodë më të efektshme të gravitetit kuantik të bazuar në idenë e “integralit të rrugëve” të Richard Feynman-sit. Përgjigjet që sugjeron kjo metodë për originën dhe fatin e gjithësisë dhe të asaj që ai përmban, si për shembull kozmonautët, do të përshkruhen në dy kapitujt që vazhdojnë. Ne do të shikojmë se megjithëse parimi i papërcaktueshmërisë e kufizon saktësinë e të gjitha parashikimeve tona, ai në të njëjtën kohë mund të eliminojë paparashikueshmërinë themelore që shfaqet në singularitetin e hapësirë/kohës.

# 8

## ORIGJINA DHE FATI I GJITHËSISË

Teoria e përgjithshme e relativitetit të Einstein-it, parashikoi se hapësirë-koha ka filluar në singularitetin e big-bengut dhe duhet të përfundojë ose në veçorinë e shtypjes së madhe (në qoftë se e gjithë gjithësia do të ritkurret), ose në një singularitet brenda vrimës së zezë (në qoftë se një zonë e veçantë, si për shembull një yll do të tkurret). Çdo materie që bie në vrimë do të shkatërrohet në singularitet dhe vetëm efekti gravitacional i masës së saj duhet të vazhdojë të ndihet jashtë vrimës. Nga ana tjetër, nëse merren parasysh efektet kuantike, duket se masa ose energjia e materies më në fund duhet t'i kthehen pjesës tjetër të gjithësisë, dhe se vrima e zezë, së bashku me çdo lloj singulariteti brenda saj duhet të avullohet dhe së fundi të zhduket. A mundet mekanika kuantike të ketë të njëjtin efekt dramatik mbi singularitetin e big-bengut dhe të shtypjes së madhe? Çfarë ndodh në të vërtetë gjatë stadeve shumë të hershme ose të vonshme të gjithësisë, kur fushat gravitacionale janë aq të fuqishme saqë efektet kuantike nuk mund të injorohen? Në të vërtetë a ka gjithësia një fillim ose një mbarim? Dhe në qoftë se ka më çfarë ngajnjë ato?

Gjatë viteve 1970 unë kam studjuar kryesisht vrimat e zeza, por në vitin 1981 interesimi përfundoi me origjinën dhe fatin e

gjithësisë u rizgjua kur mora pjesë në një konferencë mbi kozmologjinë të organizuar nga Jezuitët në Vatikan. Kisha katolike kishte bërë një gabim trashanik me Galileon, kur ajo tentoi të rrëzojë një ligj shkencor duke deklaruar se Dielli rrrotullohej rrëth Tokës. Sot, shekuj më vonë, ajo vendosi të ftojë një numër ekspertesh për t'u kërkuar mendime mbi kosmologjinë. Në fund të konferencës pjesmarrësit u pritën ne audience nga Papa. Ai na tha se ishte një gjë shumë e mirë të studiohet evolucioni i gjithësisë mbas big-bengut, por ne nuk duhet të merremi me vetë big-bangun, sepse ai përbën momentin e Krijimit dhe pra veprën e Zotit. Unë atëherë u gëzova që ai nuk kishte dijeni mbi subjektin e diskutimit që unë sa po kisha bërë në konferencë - mbi mundësinë që hapësirë-koha të ishte e fundme, por të mos kishte kufijë, gjë që do të thoshte se ajo nuk kishte fillim, nuk kishte moment Krijimi. Unë nuk dëshiroja të pësoja fatin e Galileos, me të cilin unë përjetetja se kisha një ndjenjë të fuqishme identiteti, pjesërisht për shkak të koincidencës që unë kisha lindur plot treqind vjet, mbas vdekjes se tij.

Për të shpjeguar idetë që unë dhe shkencëtarë të tjera kemi patur rrëth mënyrës sesi mekanika kuantike në fillim mund të ndikojë në origjinën dhe fatin e gjithësisë, së pari është e nevojshme të kuptohet historia përgjithësisht e pranuar e gjithësisë, në lidhje me atë që njihet si "modeli i nxeh të i big-bengut". Ky i fundit pranon se gjithësia pëershkruehet nga një model i Friedmann-it, duke filluar nga big-bengu. Në modele të këtij lloji, rezulton se gjatë kohës që gjithësia zgjerohet, materia dhe rrezatimi në të ftohen (kur gjithësia i dyfishon volumin, temperatura e tij përgjysmohet). Meqenëse temperatura nuk është vecse një masë e energjisë mesatare, ose e shpejtësisë së grimcave, kjo ftohje e gjithësisë duhet të ketë një efekt madhor mbi materien e saj. Në temperatura shumë të larta, grimcat duhet të lëvizin aq shpejt saqë ato mund t'i shpëtojnë çdo tërheqjeje në drejtim të njëra-tjetrës si pasojë e forcave bërtimore ose elektromagnetike, por duke u ftohur, pritet që grimcat që tërhiqen në mënyrë reciproke, të fillojnë të bashkohen. Përveç kësaj, edhe llojet e grimcave që egzistojnë në gjithësi mund të varen nga temperatura. Në temperatura mjaft të larta, grimcat kanë aq shumë energji saqë kurdo që ato të përplasen mund të lindin çifte të ndryshme grimcash/antigrimcash, dhe megjithëse disa prej grimcave mund të asgjësohen gjatë përplasjes

me antigrimcat, ato duhet të prodhohen me shpejtësi më të madhe se sa mund të asgjësohen. Në temperatura më të ulëta, megjithatë, kur grimcat që përplasen kanë me pak energji, çiftet grimca/antigrimca mund të prodhohen me shpejtësi më të vogël - dhe asgjësimi mund të bëhet më i shpejtë se prodhimi i tyre.

Në momentin e vet big-bengut mendohet që gjithësia të ketë patur një madhësi zero dhe kështu të ketë qenë pafundësish e nxehtë. Por gjatë procesit të zgjerimit të gjithësisë, temperatura e rrezatimit u zvogëlua. Një sekondë mbas big-bengut, ajo duhet të ketë rënë në rreth dhjetë miliardë gradë. Kjo është rreth një mijë herë më e madhe se temperatura në qendrën e Diellit, temperatura të tillë të larta arrihen gjatë shpërthimit të bombës me hidrogjen. Në këtë kohë gjithësia duhet të jetë përbërë kryesisht nga fotonet, elektronet dhe neutrino (grimca jashtëzakonisht të lehta, që janë të ndjeshme vetëm ndaj forcave të dobëta dhe gravitetit) dhe nga antigrimcat e tyre së bashku me disa protone dhe neutrone. Gjatë kohës që gjithësia vazhdonte të zgjerohej dhe temperatura të binte, shpejtësia në të cilën çiftet elektron/antielektron prodhoheshin gjatë përplasjeve, duhet të ketë rënë nën shpejtësinë e asgjësimit. Kështu pjesa më e madhe e elektroneve dhe e antielektroneve duhet të kenë asgjësuar njëri-tjetrin duke prodhuar më shumë fotone, duke lënë vetëm disa elektrone te paprekur. Megjithatë neutrino (dhe antineutrino), nuk duhet të janë asgjësuar me njëri-tjetrin sepse këto grimca ndërveprojnë shumë dobët me njëri-tjetrin dhe me grimcat e tjera. Kështu që akoma dhe sot ato duhet të gjenden diku përreth. Në qoftë se ne do të mund t'i vrojtonim kjo do të përbënte një provë të mirë për përshkrimin e një gjendje fillestare shumë të nxehtë të gjithësisë. Për fat të keq, sot energjitet e tyre mund të janë shumë të vogla që ne t'i vrojtojmë drejtpërsëdrejti. Megjithatë në qoftë se neutrino (nuk janë pa masë, por kanë një masë të vogël të vetën, sikurse është sugjeruar nga një eksperiment i pakonfirmuar Rus i Kryer ne vitin 1981 ne mund të jemi në gjendje t'i zbulojmë ata në mënyrë të tërthortë: ata mund të janë një formë e "materies së errët" për të cilën tashmë kemi folur, me tërheqje të mjaftueshme gravitacionale, për të ndaluar zgjerimin e gjithësisë dhe për të shkaktuar përsëri tkurjen e saj).

Rreth njeqind sekonda mbas big-bengut, temperatura mund të ketë rënë në një miliardë gradë që përbën temperaturën e brendshme të yjeve më të nxehtë. Në këtë temperaturë protonet dhe neutronet

nuk duhet të kenë më energji të mjaftueshme për t'i shpëtuar têrheqjes së forcës të fuqishme bërthamore dhe mund të kenë filluar të kombinohen me njëri-tjetrin për të prodhuar bërthamat e atomeve të deuturiumit (hidrogjen i rëndë) që përbajnjë një proton dhe një neutron. Pastaj bërthamat e deuteriumit duhet të jenë kombinuar me më shumë protone dhe neutrone, për të formuar bërthamat e heliumit, që përbajnjë dy protone dhe dy neutrone, si edhe sasira të vogla, të një çifti elementesh të rëndë, të përbërë nga lithiumi dhe beriliumi. Mund të llogaritet se në modelin e big-bengut të nxehë pothuaj një e katërtë e protoneve dhe neutroneve mund të ketë qenë konvertuar në bërthama heliumi, së bashku me një sasi të vogël hidrogjeni të rëndë dhe elemente të tjera. Neutronet e mbetur duhet të jenë transformuar në protone, që përbëjnë bërthamat e atomeve të hidrogjenit të zakonshëm.

Ky pëershkrim i stadir të hershëm të nxehë të gjithësisë, u bë për herë të parë nga shkencëtarë George Gamow në një artikull të famshëm në vitin 1948 të publikuar me një student të tij, Ralph Alpher. Gamow-i, që kishte sensin e humorit e bindi Hans Bethe, shkencëtarin atomist që të vinte edhe emrin e tij në këtë artikull, për të përpiluar listën e autorëve "Alpher Bethe, Gamow" në përnga sim me tre shkronjat e para të alfabetit grek, alfa, beta, gama : veçanërisht i përshtatshëm për një artikull mbi fillimin e gjithësisë! Në këtë artikull ata bënë parashikimin e rëndësishëm se rrezatimi (në formën e fotoneve) nga stadiet e hershme shumë të nxehta të gjithësisë, akoma duhet të ekzistojë sot, por me temperaturën e tij që është zvogëluar deri në disa gradë mbi zero absolute (-273°C) Ishte pikërisht ky rrezatim që Penzias dhe Wilson zbuluan në vitin 1965. Në kohën kur Alpher, Bethe dhe Gamov shkruan artikullin e tyre, nuk diheshin shumë gjëra mbi reaksionet bërthamore të protoneve dhe neutroneve. Parashikimet e bëra mbi raportet e elementeve të ndryshëm në gjithësinë e hershme nuk ishin aq të sakta, por këto llogaritje u përsëritën në dritën e njohurive më të sakta dhe sot përpushten shumë mirë me atë që ne vrojtojmë. Përveç kësaj është shumë vështirë të gjesh ndonjë lloj shpjegimi tjetër pse duhet të ketë kaq shumë helium në gjithësi. Prandaj, ne jemi pothuaj të sigurtë se kemi arritur të bëjmë pëershkrimin e drejtë të paktën të sekondës së parë mbas big-bengut.

Vetëm disa ore mbas big-bengut prodhimi i heliumit dhe

elementëve të tjerë duhet të ketë ndaluar. Dhe mbas kësaj, për miliona vite që pasuan ose diçka të përafërt gjithësia duhet të ketë vazhduar të zgjerohet, pa ndodhur gjë tjeter për t'u shënuar. Së fundi, me rënien e temperaturës në disa mijëra gradë, dhe kur elektronet dhe bërthanmat nuk kishin më energji të mjaftueshme për të përballuar tërheqien elektromagnetike ndërmjet tyre, ata duhet të kenë filluar të kombinohen me njëri-tjetrin për të formuar atomet. Gjithësia në tërësi duhet të ketë vazhduar zgjerimin dhe ftohjen, por në zonat që kanë qenë pak më të dendura se mesatarja, zgjerimi duhet ë jetë ngadalësuar si pasojë e tërheqjes ekstragratitacionale. Së fundi, kjo duhet të ndalojë zgjerimin në disa zona dhe në këtë mënyrë të shkaktojë fillimin e ritkurrjes. Gjatë kohës që këto zona tkurreshin, tërheqja gravitacionale e materies rrëth këtyre zona ve ka mundur t'i vejë ato lehtësisht në levizje rrrotulluese. Ndërkohë që zona e tkurrur bëhet gjithmonë më e vogël, ai duhet të rrrotullohet më shpejt - ashtu sikurse ndodh me patinatorët në akull, të cilët rrrotullohen më shpejt në qoftë se i afrojnë krahët te trupi. Së fundi, kur zona zvogëlohet në mënyrë të mjaftueshme ai duhet të rrrotullohet me shpejtësi të mjaftueshme për të ekuilibruar tërheqjen e gravitetit, dhe ky përbën mekanizmin e formimit të galaktikave rrrotulluese në formë disku. Zona të tjera, që nuk u vunë në rrrotullim, duhet të janë bërë objekte me forme ovale dhe kanë marrë emrin galaktika eliptike. Në këto galaktika, zona në fjalë duhet ta ketë ndërprerë tkurren për shkak se pjesë të vecanta të galaktikës duhet të rrrotullohen në mënyrë konstante rrëth qendrës së saj, por galaktika nuk duhet të ketë rrrotullim në tërësi.

Me kalimin e kohës gazi i hidrogjenit dhe i heliumit në galaktikë mund të mblidhet në re më të vogla që mund të tkurren nën veprimin e gravitetit të vetë. Gjatë kohës që ato tkurren dhe atomet që ato përmbytjnë përplasen me njëri-tjetrin, temperatura e gazit duhet të rritet, deri në atë gradë sa të shkaktojë fillimin e reaksioneve të fuzionit bërrhamor. Për pasojë, nga hidrogjeni duhet të formohet më shumë helium, dhe nxehësija e çliruar duhet ta trisi presionin dhe në këtë mënyrë të nderpresi tkurren e metejshme të reve. Ata duhet të mbeten në këtë gjendje të qëndrueshme për një kohë të gjatë si yje të tipit të diellit tone, duke djegur hidrogjen që kthehet në helium dhe duke rrrezatuar energjinë e krijuar në formën e nxehësisë dhe të dritës. Yjet më të mëdhenj kanë nevojë të janë më të nxehët për të ekuilibruar tërheqjen gravitacionale më të fortë, duke bërë që reaksionet e fuzionit bërrhamor të zhvillohen aq shpejt saqë ata do të konsumonin

hidrogenin e tyre në jo më shumë se njëqind milion vjet. Kështu, ata do të tkurreshin pak dhe ndërsa do të nxeheshin edhe më tej, do të fillonin të transformonin heliumin në elemente më të rëndë si karboni ose oksigjeni. Megjithatë ky reaksion nuk do të çlironte më tepër energji, kështu që do të ndodhët një krizë ashtu sikurse u përshkrua në kapitullin mbi vrimat e zeza. Çfarë ndodh më tutje nuk është krejtësisht e qartë, por ka të ngjarë që zonat qendrore të këtyre yjeve të tkurren deri në një gjendje shumë të dendur, si ylli neutronik ose vrima e zezë. Zonat e jashtme te yllit nganjëherë mund të pësojnë një shpërthim të tmerrshëm që ka marë emrin supernova e cila duhet të shkëlqejë mbi gjithë yjet e tjerë të galaktikës së tij. Disa nga elementët më të rëndë që prodhohen gjatë pjesës së fundit të jetës së një ylli do të rikthehen në gazin e galaktikës dhe do të furnizonin një pjesë të materialit fillestar që shërben për brezin e ardhshëm të yjeve. Vetë Dielli ynë përmban rrëth 2 % nga këto elemente të rëndë sepse ai është një yll i gjeneratës së dytë ose të tretë, të formuar rrëth pesë miliard vjet më parë nga një re gazi rrotullues që përbante mbeturinat e supernovave të mëparëshme. Pjesa më e madhe e gazit të kësaj reje formoi Diellin ose iku tutje, por një sasi e vogël e elemetëve më të rëndë u grumbullua për të formuar trupat që sot rrotullohen rrëth. Diellit, d.m.th. Planetët siç është Toka janë.

Në filim Toka ishte shumë e nxehëtë dhe pa atmosferë. Me kalimin e kohës ajo u ftoh dhe krijoi një atmosferë si pasojë e çlirimtë të gazrave nga shkëmbijtë. Ne nuk do mund të mbijetonim në një atmosferë të tillë të hershme. Ajo nuk përbante oksigjen, por ishte e pasur në shumë gazra të tjerë helmuese per ne, si psh, hidrogenin sulfuror (gazi që i jep erën e keqe vezeve të prishura!) Megjithëse ekzistojnë forma primitive të jetës që mund të zhvillohen në kushte të tillë. Mendohet se ato janë zhvilluar në oqeanë, ndoshta si rezultat i kombinimeve te rastësishme të atomeve në struktura më komplekse, të quajtura makromolekula, që ishin të afta të grumbullonin atome të tjerë nga uji i oqeanit në struktura të ngjashme. Në këtë mënyrë ato duhet të kenë riprodhuar vetveten dhe të janë shumëzuar. Në disa raste duhet të ketë patur gabime gjatë riprodhimit. Pjesa më e madhe e këtyre gabimeve duhet të ketë patur si pasojë krijimin e makromolekulave të reja të paafta për të riprodhuar vetveten, dhe që më së fundi duhet të janë shkatërruar. Megjithatë, disa prej gabimeve duhet të kenë prodhuar makromolekula të reja, që kanë qenë edhe më të afta për të riprodhuar vetveten. Kështu ato duhet të kenë patur një përparësi dhe duhet të kenë tentuar te zëvendësojnë

makromolekulat origjinale. Në këtë mënyrë filloj një proces evolucioni që çoi në zhvillimin e organizmave vetricaprodhuese dhe gjithmonë më të komplikuara. Format e para primitive të jetës konsumonin substanca te ndryshme, duke përfshirë dhe hidrogjenin sulfuror dhe duke çliruar oksigjenin. Kjo bëri që pak nga pak atmosfera të ndryshojë deri në përbërjen që ajo ka sot duke lejuar zhvillimin e formave më të larta të jetës sikurse janë peshqit, zvarranikët, gjitarët dhe së fundi racën njerëzore.

Ky pëershkrim i gjithësisë shumë të nxeh të në fillim dhe pastaj që ftohet gjatë zgjerimit gradual të saj, përpunhet me të gjitha vëzhgimet që janë bërë në ditët tona. Megjithatë ai le pa përgjigje një numër të rëndësishëm pyetjes:

- 1) Pse ishte aq e nxeh të gjithësia e hershme?
- 2) Pse gjithësia përgjithësisht është aq uniforme? Pse ka të njëjtën pamje në të gjitha pikat e hapësirës dhe në të gjitha drejtimet? Në vecanti, pse temperatura e rrezatimit të sfondit të mikrovalëve është pothuaj e njëllotë kur ne shikojmë në drejtime te ndryshme? Kjo i ngjan pak a shumë pyetjeve të provimit që u bëhen një grapi studentësh. Në qoftë se ata të gjithë japidnë njëjtën përgjigje, mund të jeni pothuaj i sigurtë se ata kanë komunikuar me njeri-tjetrin. Megjithatë në modelin e pëershkuar më sipër drita nuk duhet të ketë patur shumë kohë që nga big-bengu për të kaluar nga një zonë e largët tek tjetra, megjithëse në gjithësinë e hershme zonat ndodheshin pranë njëri-tjetrës. Në përpunje me teorinë e relativitetit, në qoftë se drita nuk mund të kalojë nga një zonë në tjëtrën, asnjë informacion tjetër nuk mund të kalojë. Kështu nuk duhet të egzistojë ndonjë mënyrë tjetër me të cilën zonat e ndryshme në gjithësinë e hershme do të kenë patur të njëjtën temperaturë me njëra-tjetrën, me përjashtim të faktit se për disa arsyë të pashpjeguara ndodhi që ato të fillojnë jetën me të njëjtën temperaturë.
- 3) Përse gjithësia filloj me një shkallë zgjerimi aq të afërt me vlerën kritike që i ndan modelet që parashikojnë ritkurrjen e saj nga ato që parashikojnë zgjerimin e përhershëm, në mënyrë të tillë që edhe sot e kësaj dite, dhjetë miliard vjet më vonë, ajo vazhdon të zgjerohet me një shkallë të afërt me atë të vlerës kritike? Sikur, një sekondë mbas big-bengut, shkalla e zgjerimit të kishte qenë më e vogël qoftë edhe me një të qind milion të

miliardën, gjithësia do të duhej të ritkurrej përpara se të kishte arritur madhësinë që ka sot.

4) Pavarësisht nga fakti që gjithësia është aq uniforme dhe aq homogjene në shkallë të madhe, ajo përmban disa parregullësi lokale, siç janë yjet dhe galaktikat. Mendohet se ato janë formuar si pasojë e diferencave te vogla të dendësisë të gjithësisë të hershme ndërmjet zonave të ndryshme. Kush ishte shkaku i këtyre luhatjeve të dendësisë?

Teoria e përgjithshme e relativitetit në vetvete nuk mund t'i shpjegojë këto karakteristika ose t'i përgjigjet këtyre pyetjeve për shkak të parashikimit të saj se gjithësia ka filluar me një dendësi të pafund në singularitetin e big-bengut. Në singularitet relativiteti i përgjithshëm, dhe të gjitha ligjet e tjera te fizikës duhet të asgjësohen. Nuk mund të parashikohet çfarë do të lind nga singulariteti. Sikurse u shpjegua më parë, kjo do të thotë se fare mirë mund ta përashtosh nga teoria big-bengun dhe çdo ngjarje para tij, sepse ato nuk kanë pasojë mbi atë që ne vrojtojmë. Hapësirë-koha duhet të ketë një kufijë fillim në big-bengu.

Shkenca duket se ka zbuluar një varg ligjesh, të cilat brenda kufijve të vendosur nga parimi i papërcaktueshmerisë, na tregonë sesi do të zhvillohet gjithësia me kohën, në qoftë se ne do të njohim gjendjen e saj në një moment çfarëdo të kohës. Këto ligje fillimisht mund të kenë qenë dekretuar nga Perëndia, por duket se që prej asaj kohe ajo e ka lënë gjithësinë të zhvillohet sipas këtyre ligjeve pa ndërhyrë më në të. Por si e zgjodhi ajo gjendjen fillestar ose konfiguracionin e gjithësisë? Cilat janë "kushtet kufitare" në fillim të kohës?

Një përgjigje e mundshme është të themi se Perëndia e zgjodhi konfiguracionin fillestar të gjithësisë për arsyet që ne nuk shpresojmë se mund t'i kuptojmë. Kjo me siguri mund të ketë qenë brenda kompetencave të një qenieje të plotëfuqishme, por në qoftë se Perëndia e ka filluar atë në një mënyrë aq të pakuptueshme, atëherë pse lejoj që të zhvillohet në përputhje me ligje që ne mund t'i kuptojmë? E gjithë historia e shkencës nuk është gjë tjetër veçse të kuptuarit progresiv të faktit se ngjarjet nuk zhvillohen në mënyrë arbitrale, por ato pasqyrojnë një farë rregulli të përcaktuar që mund të ketë ose të mos ketë inspirim hyjnor. Duhet të jetë e natyrshme të supozohet

se ky rregull duhet të aplikohet jo vetëm për ligjet, por gjithashtu edhe për kushtet në kufi të hapësirë-kohës që karakterizojnë gjendjen fillestare te gjithësisë. Mund të ketë një numër të madh modelesh të gjithësisë me kushte fillestare të ndryshme që të gjitha u binden ligjeve të njëjtë. Duhet të egzistojë ndonjë parim që dallon një gjendje fillestare, pra edhe një model që përfaqëson gjithësinë tonë.

Një mundësi e tillë është ajo që është quajtur kushtet kufitare kaotike. Këto supozojnë në mënyrë formale se gjithësia është e pafund nga ana hapësinore ose se egziston një numër i pafund gjithësish. Në kushtet kufitare kaotike, mundësia për të gjetur një zonë çfarëdo të hapësirës, në një konfiguracion çfarëdo të dhënë, menjëherë mbas big-bengut, është e barabartë në një farë mënyre, me mundësinë për ta gjetur në çdo konfiguracion tjetër: gjendja fillestare e gjithësisë është zgjedhur në mënyrë krejt të rastësishme. Kjo do të thotë se gjithësia e hershme ndoshta duhet të ketë qenë shumë kaotike dhe e parregullt sepse konfiguracionet kaotike dhe të çregullta të gjithësisë janë shumë më të sheshta se ato të lëmuarat dhe të rregulltat. (Në qoftë se çdo konfiguracion është një lloj i mundshëm ka të ngjarë që gjithësia të ketë lindur në një gjendje kaotike dhe të çrregullt, pikërisht sepse egzistojnë shumë të tilla). Eshtë vështirë të imagjinosh sesi gjendjet e tilla fillestare kaotike mund të kenë krijuar një gjithësi që është aq e lëmuar dhe e rregullt në një shkallë të gjërë siç është gjithësia jonë sot. Gjithashtu do të pritej që luhatjet e dendësisë në një model të tillë të çonin në formimin e një numri shumë më të madh vrimash të zeza fillestare, se sa kufiri i sipërm që është përcaktuar nga vëzhgimet e sfondit të rrezeve gama.

Në qoftë se gjithësia është me të vërtetë e pafund nga ana hapësinore, ose nëse ka një numër të pafund gjithësish, ndoshta diku duhet të egzistojnë zona të shtrira që kanë filluar në një mënyrë të lëmuar dhe uniforme. Kjo i ngjan pak historisë së njojur me majmunët që godasin tastierën e makinës së shkrimit - shumë nga ajo çfarë shtypin vlen për tu hedhur në koshin e plehrave, por jashtëzakonisht rrallë dhe krejt rastësishë ata mund të shtypin një nga sonetet e Shekspirit. Po ashtu në rastin e gjithësisë a ka mundësi që ne të jetojmë në një zonë që rastësishët është e lëmuar dhe uniforme? Në vështrim të parë, kjo mund të duket krejt e pamundur sepse zona të tilla të lëmuara duhet të jenë në numër shumë më të vogël se sa zonat kaotike dhe të çrregullta. Megjithatë, të supozojmë se vetëm në

zonat e lëmuara janë formuar galaktikat dhe yjet dhe vetëm ne to ka pasur kusht të përshtatshëm për zhvillimin e organizmave të komplikuara që vetëshumohen, ne që jemi të aftë të bëjmë pyetjen : Pse gjithësia është aq i lëmuar? Ky është një shembull i aplikimit të atij që njihet si parim antropik i cili mund të perifrazohet kështu: "Ne e shikojmë gjithësinë ashtu sikurse është, sepse ne egzistojmë".

Ekzistojnë dy versione te parimit antropik , njëri i dobët dhe tjetri i fortë. Parimi antropik i dobët thotë se ne një gjithësi që është e madhe ose pa kufi në hapësirë dhe/ose në kohë, kushtet e nevojshme për zhvillimin e jetës inteligente do të përbushen vetëm në disa zona që janë të kufizuara në hapësirë dhe kohë. Prandaj qeniet inteligjente në këto zona nuk duhet të habiten në qoftë se shikojnë se vendi që ato zënë në gjithësi i përbush kushtet që janë të nevojshme për egzistencën e tyre. Kjo i ngjan pak atij njeriu të pasur që jeton në një ambient bollëku që nuk e ka parë ndonjëherë varférinë.

Një shembull i përdorimit të parimit antropik të dobët, është të "shpjegoje" pse big-bengu ndodhi rrëth dhjetë miliard vjet më parë dhe pothuaj po aq kohë iu desh që qeniet inteligjente të zhvillohen. Sikurse u shpjegua më sipër, fillimisht u formua një gjeneratë e hershme yjesht. Këto yje një pjesë të hidrogjenit dhe të heliumit që përbanin, e transformuan në elemente si karboni dhe oksigjeni, prej të cilëve ne përbëhem. Pastaj këto yje kanë shpërthyer si supernova dhe nga mbeturinat e tyre u formuan yje të tjerë dhe planetë , ndërmjet të cilave edhe ato të sistemit tonë diellor, i cili ka një moshë prej rrëth pesë miliard vjet. Një ose dy miliard vjetët e parë të egzistencës së Tokës ishin shumë të nxehë që të lejonin zhvillimin e çfarëdo gjëje të komplikuar. Gjatë tre miliardë viteve të tjerë ose aty afér, ndodhi procesi i ngadalta i evolucionit biologjik, i cili kanë ka kaluar nga organizmat më të thjeshtë tek qeniet që janë të afta ta studiojnë kohën e kaluar deri tek big-bengu.

Pak njerez duhet të mohojnë vërtetësinë ose vlerën e parimit të dobët antropik. Megjithatë, disa shkojnë më larg dhe propozojnë një version të fortë të këtij parimi. Sipas kësaj teorie ose egzistojnë shumë gjithësi të ndryshme ose shumë zona të ndryshme të një gjithësie të vetme, ku secila ka karakteristikat e veta fillestare; dhe, ndoshta, ligjet e veta të shkencës. Në pjesën më të madhe të këtyre gjithësive kushtet

nuk duhet të kenë qenë të përshtatshme për zhvillimin e organizmave të komplikuara vetë, në disa gjithësi që i ngjajnë asaj tonës, duhet të zhvillohen qeniet inteligjente dhe të bëjnë pyetjen : pse është gjithësia ashtu siç e shikojmë ne? "Përgigja është e thjeshtë: në qoftë se do ishte i ndryshëm, ne nuk duhet të ishim këtu!

Ligjet e shkencës ashtu siç i njohim ne sot, përbajnjë shumë numra themelorë, si ngarkesa elektrike e elektronit dhe raporti i masave të protonit dhe elektronit. Ne nuk jemi në gjendje të paktën në këtë moment, të parashikojmë në mënyrë teorike vlerën e këtyre numrave - ne duhet t'i gjejmë duke u nisur nga vëzhgimi. Ndoshta një ditë do të zbulojmë një teori krejtësisht të njësuar që i parashikon të gjitha, por gjithashtu ka mundësi që disa prej tyre, ose të gjitha të ndryshojnë nga njëra gjithësi tek tjetra ose brenda të njëjtës gjithësi. Është me rëndësi fakti se vlera e këtyre numrave duket të ketë qenë përshtatur në mënyrë të përsosur, për të bërë të mundur zhvillimin e jetës. Për shembull në qoftë se ngarkesa elektrike e elektronit do të kishte qenë vetëm pak më e ndryshme, yjet ose do të ishin të paftë të digjin hidrogenin dhe heliumin, ose përndryshe ato nuk duhet të kishin shpërthyer. Sigurisht, mund të ketë forma të tjera të jetës inteligjente te paimagiinuara as nga shkrimitarët e tregimëve fantastiko-shkencore, që nuk kanë patur nevojë për dritën e një ylli si dielli ynë ose për elemente kimikë më të rëndë që janë formuar në yje dhe janë flakur në hapësirë kur yjet kanë shpërthyer. Megjithatë, është e qartë se egzistojnë relativisht pak variacione të vlerave për këto numra që do të mund të lejonin zhvillimin e të gjitha formave të jetës inteligjente. Shumë nga këto grupe vlerash do të kishin mundësuar krijimin e gjithësive që, megjithëse mund të ishin shumë të bukur, nuk do të kishin asnë njeri që të admironte bukurinë e tyre. Ndokush mund ta marrë këtë ose si provë të një qëllimi hyjnor për Krijimin dhe zgjedhjen e ligjeve të shkencës, ose si mbështetje për parimin antropik të fortë.

Mund të ngrihen mjaft objeksione për parimin antropik të fortë si shpjegim për gjendjen e gjithësise që vrojtojmë. Në rradhë të parë, në ç'kuptim mund të thuhet se ekzistojnë gjithë këto gjithësie të ndryshme? Në qoftë se ato me të vërtetë janë të ndara nga njëri-tjetra, ajo që ndodh në gjithësinë tjetër, nuk mund të ketë pasoja të vëzhgueshme, në gjithësinë tonë. Prandaj ne duhet të përdorim parimin e ekonomisë dhe t'i shkëpusim ato nga teoria. Në qoftë se, nga ana tjetër ato janë thjesht zona të ndryshme të një gjithësie të

vetë, ligjet e shkencës duhet të jenë të njëjta për çdo zonë, sepse përndryshe, askush nuk do mund të kalojë pandërprerje nga një zonë në tjetrën. Në këtë rast i vetmi ndryshim ndërmjet zonave duhet të jetë konfiguracioni i tyre filletar dhe kështu parimi antropik i fortë duhet të reduktohet në variantin e tij të dobët.

Objekzioni i dytë për parimin antropik të fortë, është se ai shkon në drejtim të kundërt me të gjithë historinë e shkencave. Ne kemi evoluar duke u nisur nga kozmologjitet gjeocentrike të Ptolemeut dhe paraardhësve të tij, duke kaluar nepër kozmologjinë heliocentrike të Kopernik-ut dhe të Galileit - pëershkrimin tonë modern, në të cilin Toka është një planet me madhësi mesatare që rrotullohet rreth një ylli mesatar në periferi të një galaktike spirale të zakonshme, e cila në vjetvete është vetëm njëra nga rreth një mijë miliardët e galaktikave në gjithësinë e vëzhgueshme. Megjithatë parimi antropik i fortë mbështet mendimin se i gjithë ky konstruksion kolosal egziston falë egzistencës tonë. Ky përbën një pohim shumë të vështirë për t'u pranuar. Sistemi ynë diellor pa dyshim është një kusht i domosdoshëm për egzistencën tonë, dhe këtë ide mund ta shtrijmë mbi të gjithë galaktikën tonë, për të arritur tek një gjeneratë yjesht më të hershëm që krijuan elementet e renda. Por nuk duket se është e nevojshme për gjithë ato galaktika të tjera, as për gjithësinë, që të jenë aq uniforme dhe i përngjashme në çdo drejtim në shkallë të madhe.

Parimi antropik do të na bënte më të lumtur, të paktën në versionin e tij të dobët, në qoftë se do të argumentohej se një numër sinjifikativ formash të ndryshme fillestare për gjithësinë, do të ishin zhvilluar në mënyrë që të krijonin një gjithësi si ajo që vëzhgojmë ne. Në këtë rast, një gjithësi që është zhvilluar nga disa kushte fillestare të rastit, duhet të përmbajë një numër zonash që janë të lëmuara dhe uniforme dhe te përshtatshme për evolucionin e jetës inteligjente. Nga ana tjetër, në qoftë se gjendja fillestare e gjithësisë ka qenë zgjedhur në mënyrë jashtëzakonisht të kujdeshshme për të krijuar diçka të përngjashme me atë që ne shikojmë përreth, gjithësia ka pak të ngjarë të ketë ndonjë zonë ku të shfaqejet jeta. Në modelin e big-bengut të nxeh të që është pëershkuar më sipër, në gjithësinë e hershme nuk kishte aq kohë të mjaftueshme që nxehësia të rriddhët nga njëra zonë në tjetrën. Kjo do të thotë se gjendja fillestare e gjithësisë, gjithandej duhet të ketë patur të njëjtën temperaturë, për të shpjeguar faktin se sfondi i mikrovalëve ka të njëjtën temperaturë në të gjitha drejtimet

ku ne hedhim vështrimin. Ritmi i zgjerimit fillestar gjithashtu mund të ketë qenë zgjedhur me shume saktësi, në mënyrë që zgjerimi të jetë akoma mjaft afér vlerës kritike të nevojshme për të evituar ritkurjen. Kjo do të thotë se gjendja fillestare e gjithësisë, duhet të ketë qenë zgjedhur me të vërtetë, me shumë kujdes nëse modeli i big-bengut të nxeh të është i saktë duke u kthyer mbrapa deri në fillimin e kohës. Duhet të jetë shumë e vështirë të shpjegosh pse gjithësia ka filluar pikërisht në këtë mënyrë, vetëm në qoftë se ky nuk është veprimi i një Perendie që ka patur si qëllim të krijojë qënije të tilla si ne.

Në një përpjekje për të gjetur një model gjithësie ku shumë konfiguracione fillestare të ndryshme mund të kenë evoluar për të dhënë diçka të përngjashme me gjithësinë e sotme, një shkencëtar i Massachusetts Institute of Technology, Alan Guth, ka sugjeruar se gjithësia i hershme mund të ketë kaluar një periudhë zgjerimi shumë të shpejtë. Ky zgjerim është quajtur "Inflacionar", që do të thotë se gjithësii, në një moment të caktuar është zgjeruar me shpejtësi që rritet dhe jo me shpejtësi që zvogëlohet siç ndodh sot. Sipas Guth-it, rrezja e gjithësisë është rritur një mijë miliarda, miliarda, miliarda herë (1 me tridhjetë zero mbrapa) vetëm gjatë një fraksioni të vogël të një sekonde.

Guth-i sugjeroi se univesi filloi m big-bengun në një gjendje shumë të nxeh të por disi kaotike. Këto temperatura të larta, nënkuqtojnë se grimcat e gjithësisë duhet të kenë lëvizur shumë shpejt dhe duhet të kenë patur energji shumë të mëdha. Sikurse kemi diskutuar më parë, duhet të pritet që në temperaturat aq të larta forcat bërthamore të forta dhe të dobëta dhe forcat elektromagnetike duhet të gjitha të kenë qenë njësuar ose shkrirë në një forcë të vetme. Gjatë zgjerimit të saj gjithësia do të jetë ftohur, dhe energjia e grimcave do të ketë rënë. Më në fund, duhet të ketë ndodhur ajo që quhet një kalim fazor, dhe simetria ndërmjet forcave duhet të jetë thyer: forca e fortë duhet të ketë ndryshuar nga forca e dobët dhe nga ajo elektormagnetike. Një shembull i rëndomtë i kalimit fazor është ngrirja e ujit kur ftohet. Uji i lëngët është simetrik, i njëjtë në çdo pikë dhe në çdo drejtim. Megjithatë, kur formohen kristalet e akullit, ata do të kenë pozicione të caktuara dhe do të renditen në një farë drejtimi. Kjo gjë e theyn simetrinë e ujit.

Po të punosh me kujdes uji mund të "mbiftohet" d.m.th. se

temperatura e tij mund të ulet nën pikën e ngrirjes ( $0^{\circ}\text{C}$ ) pa formim akulli. Guth sugjeroi se gjithësia mund të ketë pësuar të njëjtën gjë; temperatura duhet të ketë rënë nën vlerën kritike pa pësuar thyerjen e simetrisë ndërmjet forcave. Në qoftë se ka ndodhur kështu, gjithësia duhet të jetë në një gjendje të paqëndrueshme, me një sasi më të madhe energjje se sa po të kishte qenë thyer simetrija. Kjo ekstraenergji speciale mund të vihej në dukje nëpërmjet një efekti antigravitacional: ajo duhet të ketë vepruar një lloj si konstantja kozmologjike që futi Ansjtajni në relativitetin e përgjithshëm kur ai po mundohej të ndërtonte një model statik të gjithësisë. Meqenëse gjithësia, tashmë duhet të jetë zgjeruar njëlloj si në modelin e big-bengut të nxehjtë, efekti shtytës i konstantes kozmologjike duhet të ketë çuar në zgjerimin e tij me një shpejtësi rritjeje të vazhdueshme. Madje edhe në zonat ku ka patur më shumë grimca materieje se mesatarja, tërheqja gravitacionale e materies duhet të ketë qenë tejkaluar nga shtyrtja e konstantes kosmologjike efektive. Pra, këto zona do duhej gjithashtu të zgjeroreshin ne një mënyrë të shpejtuar inflacionare. Si pasojë e zgjerimit të tyre, dhe meqenëse grimcat e materies i largohen gjithmonë më tepër njëra-tjetrës, do të mbeteshin me një gjithësi që zgjerohet, që pothuaj nuk përban më grimca, dhe që akoma është në gjendje të mbiftohur. Çdo parregullsi në gjithësi thjesht duhet të ketë qenë sheshuar nga zgjerimi, ashtu sikurse rrudhat e një balloni sheshohen kur ju e fryni atë. Kështu gjendja e sotme homogjene dhe uniforme e gjithësisë mund të jetë zhvilluar nga disa gjendje të ndryshme fillestare, jouniforme.

Në një gjithësi të tillë, në të cilën zgjerimi ka qenë shpejtuar nga një konstante kozmologjike, më tepër se sa të jetë ngadalësuar nga tërheqja gravitacionale e materies, drita duhet të ketë patur kohë të mjaftueshme që të udhëtojë nga një zonë në tjetrën në gjithësinë e hershme. Kjo mund të përbente një zgjidhje për problemin e përmendor më lart, d.m.th. Pse zona te ndryshme të gjithësisë të herëshëm kanë të njëjtat veçori. Përveç kësaj shkalla e zgjerimit të gjithësisë duhet automatikisht t'i afrohet shumë shkallës kritike që përcaktohet nga dendësia i energjisë së gjithësisë. Kjo mund të shpjegojë pse shkalla e zgjerimit është akoma mjaft pranë shkallës kritike, pa qenë nevoja të supozosh se shkalla fillestare e zgjerimit të gjithësisë ka qenë zgjedhur me shumë kujdes.

Ideja e inflacionit gjithashtu mund të shpjegojë pse gjithësia

përmban kaq tepër materje. Ai përmban diçka të përngjashme me dhjetë milion (një me tetëdhjetë zero mbroprapa) grimca në zonën e gjithësise që ne mund të vëzhgojmë. Nga kanë ardhur të gjitha këto? Përgjigjia është se, në teorinë kuantike, grimcat mund të krijohen nga energjia në formën e çifteve grimca/antigrimca. Por kjo menjëherë shtron pyetjen se nga ka ardhur energjia. Përgjigja është se energja totale e gjithësise është e barabartë me zero. Materia në gjithësi është formuar nga energjia pozitive. Megjithatë, e tërë materia tërheq vetveten nga graviteti. Dy copa materie që gjenden pranë njëra-tjetrës përbajnë më pak energji sesa të njëjtat copa kur ndodhen larg njëra-tjetrës sepse kërkohet më shumë energji për t'i ndarë kundër forcës së gravitetit që i tërheq ato. Kështu, në një drejtim fusha gravitacionale ka energji negative. Në rastin e gjithësise që është pak a shumë uniform në hapësirë, mund të tregohet se kjo energji gravitacionale, negative anullon pikë për pikë energjinë pozitive që përfaqësohet nga materia. Kështu energja totale e gjithësise është e barabartë me zero.

Dy herë zero gjithmonë bëjnë zero. Në këtë mënyrë gjithësia mund ta dyfishojë sasinë e energjisë pozitive të materies dhe të dyfishojë gjithashtu energjinë negative të gravitacionit pa cënuar ruajtjen e energjisë. Një gjë e tillë nuk ndodh gjatë zgjerimit normal të gjithësise, gjatë të cilët dendësia i energjisë se materies pakësohet ndërkohë që gjithësia bëhet më e madhe. Por kjo ndodh gjatë zgjerimit inflacionar, sepse dendësia i energjisë në stadin e mbiftohur mbetet konstante, ndërkohë që gjithësia zgjerohet: Kur gjithësia e dyfishon madhësinë energjia e materies pozitive dhe energja gravitacionale negative dyfishohen të dyja, kështu që energja totale mbetet zero. Gjatë fazës inflacionare gjithësia e rrit madhësinë e saj në një shkallë shumë të madhe. Kështu, sasia e përgjithshme e energjisë në dispozicion për të krijuar grimcat shtohet shumë. Sikurse e ka theksuar Guth "Thonë se nuk ka gjë më të mirë se një drekë gratis. Por gjithësia është dreka e fundit gratis".

Sot gjithësia nuk është duke u zgjeruar në mënyrë inflacionare. Prandaj duhet të ekzistojë ndonjë mekanizëm i cili duhet të eliminojë konstanten kosmologjike efektive shumë të madhe dhe keshtu të ndryshojë gradën e zgjerimit nga ai i shpejtuar në atë që ngadalësohet

si pasojë e gravitetit ashtu si kurse e kemi sot. Në zgjerimin inflacionar mund të pritej që më në fund të thyhej simetria ndërmjet forcave ashtu sikurse uji i mbiftohur, në fund të fundit, gjithmonë ngrin. Energjia suplementare e gjendjes së simetrisë së pathyer duhet të çlirohet dhe të ngrohë përsëri gjithësinë në një temperaturë pak nën temperaturën kritike të simetrisë ndërmjet forcave. Kështu gjithësia duhet të vazhdojë të zgjerohet dhe të ftohet pikërisht si modeli i big-bengut të nxehëtë, por tani do të duhet shpjegimi pse gjithësia po zgjerohej tamam në shkallën kritike dhe pse zona të ndryshme kanë patur të njëjtën temperaturë.

Në propozimin original të Guth-it, faza e tranzicionit u supozua të ketë arritur në mënyrë të menjëherësme, pak a shumë si shfaqja e kristaleve të akullt në ujin e ftohur. Ideja ishte se "fluskat" e fazës së re të simetrisë së thyer duhet të janë formuar në fazën e vjetër, si fluskat e avullit në ujin që vlon. Eshtë supozuar se fluskat, janë zgjeruar dhe janë bashkuar me njëra-tjetrën deri sa e gjithë gjithësia hyri në fazën e re. Vështirësia ishte, sikurse vumë në dukje unë dha mjaft shkencëtarë të tjerë, se gjithësia po zgjerohej aq shpejt saqë edhe sikur fluskat të zmadhoheshin me shpejtësinë e dritës, ata duhet ti largoheshin njëra-tjetrës dhe prandaj nuk do të mund të bashkoheshin. Gjithësia do të mbetej në një gjendje të theksuar jouniforme, me disa zona që akoma kanë simetri ndërmjet forcave të ndryshme. Një model i tillë i gjithësisë nuk duhet të përputhet me atë që ne shohim.

Në tetor të vitit 1981, unë vajta në Moškë për një konferencë mbi gravitetin kuantik. Mbas konferecës unë mbajta një seminar mbi modelin inflacionar dhe problemet e tij në Sternberg Astronomical Institute. Përpara seminarit, unë gjeja dikë tjetër që t'i mbante leksionet në vendin tim, sepse shumica nuk do ta kuptonin zërin tim. Por nuk mjaftoi koha për të përgatitur këtë seminar, kështu që unë fola vetë, ku njëri nga studentët e mi të diplomuar përsëriste fjalët e mia. Çdo gjë shkoi në rregull dhe kjo më dha mundësi të takohem me pjesëmarrësit ndërmjet të cilëve ndodhej një i ri rus, Andrei Linde, i Institutit Lebedev në Moskë. Ai vuri në dukje se vështirësia me fluskat që nuk bashkohen dot mund të mënjanohet me kusht që fluskat të janë aq të mëdha saqë zona jonë e gjithësisë të përfshihej i tëra brenda një fluske të vetme. Që të ndodhë një gjë e

tillë duhet që ndryshimi nga simetria tek simetria e thyer të ketë ndodhur shumë ngadalë brenda flluskës dhe kjo është krejtësisht e mundshme në përputhje me teorinë e njësimit të madh. Ideja e Linde-s, mbi një thyerje të ngadaltë të simetrisë ishte shumë e mirë, por më vonë, unë arrita në përfundimin se flluskat do duhej të ishin shumë më të mëdha se e tërë gjithësia për çdo rast! Në ndryshim nga kjo unë tregova se simetria duhe të ketë qenë thyer gjithandej në të njëjtën kohë, dhe jo pikërisht brenda flluskave. Kjo duhet të conte në një gjithësi uniforme, ashtu sikurse e shikojmë. Unë u eksitova shumë nga kjo ide dhe e diskutova atë me njërin nga studentët e mi Ian Moss-in. Duke qenë mik i Linde-s, unë megjithatë u ndodha në një situatë mjaft të vështirë, kur një revistë shkencore më dërgoi artikullin e tij dhe më pyeti nëse ishte i përshtatshëm për t'u botuar unë u përgjigja se artikulli kishte një paqartësi rrëth flluskave të cilat duhet të ishin më të mëdha se gjithësii, porse idea themelore e një thyerje te ngadalete te simetrisë ishte shumë e mirë. Unë rekomandova që artikulli të botohet ashtu siç ishte sepse, Linde-s do t'i duheshin disa muaj për ta korigjuar, sepse çdo gjë që dërgonte në perëndim duhej të kalonte nëpër censurën sovjetike, e cila nuk ishte as shumë e shkathët as shumë e shpejtë me artikujt shkencorë. Në vend të kësaj unë botova së bashku me Jan Moss-in një artikull të shkurtër në të njëjtën revistë, në të cilin vumë në dukje problemin e flluskave dhe ku në përshkruam mënyrën si mund të zgjidhet.

Të nesërmen e kthimit tim nga Moska u nisa për në Philadelphia, ku duhej të merrja një medalje nga Franklin Institute. Sekretarja ime Judy Fella përdori të gjithë sharmin e saj jo të pakët për të bindur British Airways që të dyve të na jepnin vende falas në një Concorde me qëllim reklame. Megjithatë duke shkuar për në aeroport, një shi i rrëmbyeshëm më bëri që ta humb avionin. Megjithatë, unë arrita në Philadelphia dhe më se fundi e mora medaljen. Pastaj më kërkuan të bëja një seminar mbi gjithësinë inflacionar në Drexel University në Philadelphia. Unë bëra të njëtin seminar mbi problemin e gjithësisë inflacionare, sikurse edhe në Moskë.

Një ide shumë e përngjashme me atë të Linde-s u parashtrua në mënyrë të pavarur pak muaj më vonë nga Paul Steinhardt dhe Andreas Albrecht i Universitetit të Pennsylvania-s. Atyre sot u njihet së bashku me Linde, merita për atë që është quajtur "modeli i ri inflacionar" që

bazohet në idenë e një thyerje të ngadalë të simetrisë. (Modeli i vjetër inflacionar ishte propozimi origjinal i Guth-it mbi thyerjen e shpejtë të simetrisë dhe formimin e flluskave).

Modeli i ri inflacionar ishte një përpjekje e mirë për të shpjeguar pse gjithësia është sot ashtu siç është. Megjithatë unë dhe shumë shkencëtarë të tjerë treguan se, të paktën në formën e tij originale, ai parashikonte shumë më tepër variacione te temperaturës, të radiacionit të sfondit të mikrovalëve se sa vrojtohen. Edhe kërkime të mëvonshme kanë krijuar dyshimin mbi mundësinë nëse mund të egzistojë një kalim fazor i llojit të kërkuar në gjithësinë e hershme. Sipas mendimit tim personal, modeli i ri inflacionar tashmë ka vdekur si teori shkencore, megjithëse një numër shkencëtarësh nuk duhet të jenë në dijeni për zëvendësimin e tij dhe akoma shkruajnë artikuj sikur ai të ishte gjallë. Një model më i mirë, i quajtur modeli inflacionar kaotik, u propozua nga Linde në vitin 1983. Në këtë model nuk ka kalim fazor ose mbiftohje. Në vend të saj ka një fushë me spin 0, që për shkak të luhatjeve kuantike, duhet të ketë vlera të mëdha në disa zona te gjithësisë të hershme. Energjia e fushës në këto zona do të sillej si një konstante kozmologjike. Ajo duhet të ketë një efekt shptytës gravitacional, duke shkaktuar kështu zgjerimin e këtyre zonave në një mënyrë inflacionare. Gjatë procesit të zgjerimit, në to energjia e fushës duhet të pakësohet ngadalë, derisa zgjerimi inflacionar të ndryshojë në një zgjerim të përngjashëm me atë që përshkruhet në modelin e big-bengut të nxehjtë. Një nga këto zona duhet të transformohet në atë që ne sot e konsiderojmë si gjithësia e vrojtueshme. Ky model ka të gjitha avantazhet e modeleve te hershme inflacionare, por ai nuk varet nga një fkalim fazor i dyshimtë, dhe përveç kësaj, ai mund të japë një madhësi të arsyeshme për fluktuationet e temperaturës së sfondit të mikrovalëve që përpushten me vrojtimet.

Kjo punë mbi modelet inflacionare tregon se gjendja e sotme e gjithësisë mund ta ketë origjinën nga një numër imadh konfiguracionesh fillestare të ndryshme. Kjo është e rëndësishme, sepse tregon se gjendja fillestare e asaj pjese të gjithësisë ku ne banojmë nuk ka qenë e nevojshme të zgjidhet me shumë kujdes. Kështu, në qoftë se dëshirojmë ne mund të përdorim parimin antropik të dobët për të shpjeguar pse gjithësia duket ashtu siç është sot. Megjithatë, nuk mund të bëhet fjalë, që çdo konfiguracion fillestare duhet të ketë çuar në një gjithësi si ai që ne vrojtojmë. Për ta kuptuar

këtë, mjafton të marrim një gjendje shumë të ndryshme për gjithësinë aktual, të themi një gjithësi shumë heterogjene dhe të çrregullt. Mund të përdoreshin ligjet e shkencës për ta kthyer mbrapa në kohë këtë gjithësi për të përcaktuar konfiguracionin e saj në kohët e hershme. Sipas teorematave të singularitetit të relativitetit të përgjithshëm klasik, akoma duhet të ketë patur një singularitet të tipit big-bengut. Në qoftë se një gjithësi i tillë zhvillohet në kohë në përputhje me ligjet e shkencës, ju do të arrini në gjendjen johomogjene dhe të çrregullt prej ku u nisët. Kështu duhet të ketë patur konfiguracione fillestare të cilat duhet të mos kenë dhënë një gjithësi të tillë se ajo që ne shikojmë sot. Pra, edhe modeli inflacionar nuk na shpjegon pse konfiguracioni fillestar nuk ishte i tillë që të prodhonte diçka shumë të ndryshme nga ajo që ne vrojtojmë. A duhet t'i kthehem parimit antropik për ta shpjeguar këtë? E gjithë kjo nuk përbën një rastësi të lumtur? Ky duket një konkluzion i dëshpëruar, një mohim i të gjitha shpresave tona për të kuptuar rregullin që qëndron në themel të gjithësisë.

Për të parashikuar se në ç'mënyrë mund të ketë filluar gjithësia na duhen ligje që do të ishin të vlefshëm në fillim të kohës. Në qoftë se teoria klasike e relativitetit të përgjithshëm është e drejtë, teoremat e singularitetit që Roger Penrose dhe unë vërtetuam, tregojnë se fillimi i kohës duhet të ketë qenë një pikë me dendësi të pafund dhe përkulje të pafund të hapësirë-kohës. Të gjitha ligjet e njohura të shkencës duhet të zhvleftësohen në një pikë të tillë. Mund të supozohet se egzistojnë ligje të reja të aplikueshme ndaj singulariteteve, por do të ishte shumë e vështirë edhe për të formuluar ligje të vlefshme në pikë të tilla, sepse nuk do të kishim asnje tregues të dhënë nga vrojtimet sesi duhet të ishin këto ligje. Megjithatë, ajo që tregojnë në realitet teoremat e singularitetit është se fusha gravitacionale bëhet aq e fuqishme saqë efektet gravitacionale kuantike bëhen të rëndësishme: teoria klasike nuk është më një përshkrim i mirë i gjithësisë. Kështu që duhet përdorur teoria kuantike e gravitetit për të diskutuar stendet fare të hershme të gjithësisë. Sikurse do ta shikojmë në teorinë kuantike, është e mundur që ligjet e shkencës të jenë të vlefshme gjithandje, duke përfshire edhe fillimin e kohës, nuk është e nevojshme te nxjerrësh ligje të reja për singularitetin, sepse nuk ka fare nevojë për veçori në teorinë kuantike.

Ne nuk kemi akoma një teori të plote dhe konsekiente që të kombinoje mekanikën kuantike me gravitetin. Megjithatë, ne jemi praktikisht të sigurtë se i njohim disa nga karakteristikat që duhet të

ketë një teori e tillë e njësuar. Njëra prej tyre thotë se ajo duhet të përfshijë propozimin e Feynman-it që ta formulojë teorinë kuantike në formën e integralit të rrugëve. Në këtë drejtim, një grimcë nuk ka një trajktore të vetme, siç do të ishte rasti në një teori klasike. Përkundrazi supozohet se ajo ndjek të gjitha trajktoret e mundshme në hapësirë-kohë; në secilën nga këto rrugë është lidhur një çift numrash, njëri që përfaqëson madhësinë e valës dhe tjetri, pozitën e saj në cikël (fazën e saj). Probabiliteti që një grimcë të kalojë, të themi, nëpër një pikë të veçantë, arrihet duke mbledhur valët e shoqëruara me të gjitha trajktoret e mundshme që kalojnë nëpër këtë pikë. Por kur kërkon t'i realizosh këto shuma ose integrale të dalin përparrë probleme të vështira teknike. E vëtmja mënyrë për t'i evitar ato, është si më poshtë: mblidhen valët e trajktoreve të grimave që nuk janë në kohën "reale", që ju edhe unë përcaktojmë zakonisht, por që ndodhin në atë që quhet kohë "imaginare". Koha imaginare mund të duket se është diçka e shpikur, por është një koncept matematik i përcaktuar mirë. Po të marrim një numër të zakonshëm (ose "real"), të cfarëdoshëm dhe ta shumëzojmë me vetveten, rezultati do të jetë një numër pozitiv (për shembull,  $2 \times 2 = 4$ , por është e njëjtë gjë për  $(-2) \times (-2) = 4$ ). Megjithatë ka numra të veçantë (të quajtur "imaginare"), që jasin numra negativë kur shumëzohen me vetveten. (Ai që quhet  $i$ , kur shumëzohet me vetveten, jep  $-1$ ,  $2i$  kur shumëzohen me vetveten jasin  $-4$  dhe kështu me radhë). Për të evitar vështirësitë teknike në rastin e integralit te rrugëve të Feynman-it, duhet të përdoret koha imaginare. Kjo do të thotë që, për qëllim të llogaritjeve është me mirë që koha të matet në ndihmën e numrave imaginare sesa me atë të numrave reale. Kjo sjell një pasojë interesante mbi hapësirë-kohën: ndryshimi ndërmjet kohës dhe hapësirës zhduket plotësisht. Një hapësirë kohe në të cilën ngjarjet kanë vlera imaginare për koordinatat e tyre të kohes quhet euklidiane, sipas Euklid-it, grek i antikitetit që vuri bazat e gjeometrisë së sipërfaqeve dydimensionale. Ajo që ne sot quajmë hapësirë/koha Euklidiane është shumë e ngjashme, me përashtim të faktit se ajo nuk ka dy por katër përmasa. Në hapësirë-kohën Euklidiane, nuk ka ndryshim ndërmjet drejtimit në kohë dhe drejtimeve në hapësirë. Nga ana tjetër, në hapësirë-kohën reale, ku ngjarjet janë kataloguar me vlerat e zakonshme reale të koordinatës së kohës, është lehtë të bësh dallimin- drejtimi i kohës në të gjitha pikat ndodhet brenda konit të dritës, ndërsa drejtimet e hapësirës ndodhen jashtë. Në çdo rast, aq sa i përket mekanikës kuantike ne mund ta konsiderojmë perdonimin e kohës imaginare

dhe të hapësirë-kohës euklidiane, thjesht si një mekanizëm matematik, ose "dredhi" për të llogaritur përgjigjet mbi hapësirë-kohën reale.

Një karakteristikë e dytë që ne besojmë se duhet të jetë pjesë e çdo lloj teorie të kompletuar është idea e Einstein-it se fusha gravitacionale përfaqësohet nga hapësirë/koha e përkulur: Grimcat kërkojnë të ndjekin atë që është më afër rrugës së drejtë në një hapësirë të përkulur, por meqënëse hapësirë-koha nuk është e sheshtë, trajktoret e tyre duken të përkulura, si nën ndikimin e një fushe gravitacionale. Kur ne aplikojmë integralen e rrugëve të Feynman-it me pikpamjen e Einstein-it mbi gravitetin, atëherë analogjia e trajktores së një grimce është një hapësirë-kohe e lakuar, e plotë që përfaqëson trajktoren e të gjithë gjithësisë. Për të evitar vështirësitet teknike gjatë integrimit, këto hapësirë-kohe të përkulura duhen supozuar si Euklidiane. Me fjalë të tjera, koha është imaginare dhe e padallueshme nga drejtimet në hapësirë. Për të llogaritur probabilitetin e gjetjes të një hapësire/kohe reale me ndonje veti të veçantë, si për shembull të duket e njëjtë në çdo pikë dhe në çdo drejtim, mblidhen valët që shoqërohen me të gjitha trajktoret që kanë këtë veti.

Në teorinë klasike të relativitetit të përgjithshëm ka shumë hapësirë /kohëra mundësish të përkulura dhe të ndryshme, ku secila korespondon me një gjendje fillestare të ndryshme të gjithësisë. Po të njihnim gjendjen fillestare te gjithësisë, ne duhet të njihnim të gjithë historinë e tij. Po ashtu në teorinë kuantike të gravitetit, ka gjendje të ndryshme kuantike të mundshme për gjithësinë. Përsëri, Po të njihnim sesi hapësirë-kohët e përkulura Euklidiane , në integralin e rrugëve janë sjellur në kohët e hershme ne do të njihnim gjendjen kuantike të gjithësisë.

Në teorinë klasike te gravitetit që bazohet në hapësirë-kohën reale, ka vetëm dy mënyra të mundshme sjelljeje të gjithësisë: ose ajo ka ekzistuar për një kohë të pafund ose përndryshe ajo ka filluar me një singularitet në ndonjë kohë të caktuar në të kaluarën. Nga ana tjetër, në teorinë kuantike të gravitetit, egziston një mundësi e tretë. Meqenëse përdoren hapësirë /kohët Euklidiane , në të cilat drejtimi i kohës është i të njëjtë lloj si dhe drejtimet në hapësirë, është e mundur që hapësirë-koha të jetë e kufizuar në shtrirje dhe megjithatë të mos ketë singularitetet që të kenë formuar kufi ose anë. Hapësirë-koha duhet të jetë e përngashme me sipërfaqen e Tokës, por me dy përmasa më tepër. Sipërfaqja e Tokës është e kufizuar në shtrirje, por nuk ka

kufi ose anë: në qoftë se lundroni drejt perëndimit, ju nuk të bini përtej buzës së Tokës, as nuk ndesheni në një veçori( unë e di sepse i kam rënë botës përqark!)

Në qoftë se hapësirë-koha Euklidiane shtrihet në të kaluarën në një kohë të pafund imagjinare ose fillon me një veçori në një kohë imagjinare, shtrohet i njëjtë problem si në rasitn e teorisë klasike, për të specifikkuar gjendjen fillestare te gjithësisë. Perëndia duhet ta dijë si ka filluar gjithësia, por ne nuk mund t'i japim asnjë arsyë të veçantë për të menduar pse ai ka filluar në një mënyrë dhe jo në një mënyrë tjetër. Nga ana tjetër, teoria kuantike e gravitetit ka hapur një rrugë të re ku hapësirë/koha duhet të mos ketë asnjë kufi dhe prandaj nuk duhet të ketë nevojë që të specifikohet sjellja në një kufi të tillë. Nuk duhet të ketë singularitet ku ligjet e shkencës do të bëhen në pavlefshëm dhe nuk duhet të ketë kufi të hapësirë kohës ku të kërkohet ndihma e Perëndisë ose e ligjeve te reja. Mund të thuhet: "Gjendja në kufi të gjithësisë është se ai nuk ka kufi". Gjithësia duhet të jetë krejtësisht e vëtpërmbarjshme dhe i pandikueshën nga asgjë jashtë vvetvtes. Ajo nuk duhet as të krijohet as të zhduket. Ai duhet vetëm

#### TË JETË.

Ishte në konferencën e Vatikanit, të përmendur më sipër, ku unë propozova për herë të parë hipotezën se ndoshta koha dhe hapësira, formojnë së bashku një sipërfaqe me madhësi të fundme por pakufi dhe pa anë. Artikulli im ishte më tepër matematik, kështu që implikimet e tij mbi rolin e Perëndisë në krijimin e gjithësisë në përgjithësi nuk qenë pranuar në atë kohë (kjo vlen edhe për mua). Në kohën e konferencës se Vatikanit, unë nuk dija si të përdorja idenë e "pakufi" për të bërë parashikime mbi gjithësinë. Megjithatë unë harxhova gjithë verën në Universitetin e Santa Barbara në Kaliforni. Atje një mik dhe koleg i imi Jim Hartle, punoi me mua mbi kushtet që duhej të përbushonte gjithësia që hapësirë-koha të mos kishte kufi. Mbasi u ktheva në Cambridge, e vazhdova këtë punim me dy studentë te mi, Julian Luttrell dhe Jonathan Halliwell.

Unë do të dëshiroja të theksoja se kjo ide që koha dhe hapësira duhet të jetë e kufizuar pa kufi është vetëm një propozim : ajo nuk mund të nxirret nga asnjë parim tjetër. Sikurse çdo lloj teorie tjetër shkencore fillimisht ajo mund të paraqitet për arsyë estetike ose metafizike, por prova e vertetë është nëse ajo bën parashikime që

përputhen me vëzhgimet. Megjithatë, në rastin e gravitetit kuantik, kjo është vështirë të përcaktohet, dhe kjo për dy arsyen. E para, sikurse do të shpjegohet në kapitullin tjetër, ne nuk jemi akoma të sigurtë cila teori kombinon me saktësi relativitetin e përgjithshëm dhe mekanikën kuantike, megjithëse ne dimë mjaft gjëra mbi formën që duhet të ketë një teori e tillë. E dyta, çdo model që përshkruan me detaje tërësinë e gjithësisë duhet të jetë shumë më e komplikuar nga ana matematike, që ne të jemi në gjendje të bëjmë parashikime të sakta. Prandaj duhen bërë presupozime thjeshtuese dhe përafurmëmadje edhe në këtë rast problemi i parashikimeve mbetet një detyrë jashtëzakonisht e vështirë.

Çdo trajktore në integralin e rrugëve duhet të përshkruajë jo vetëm hapësirë-kohën por gjithçka ajo përmban, duke përfshirë organizmat komplekse si qeniet njerëzore që mund ta studiojnë historinë e gjithësisë. Kjo mund të përbëjë një justifikim tjetër për parimin antropik, sepse sikur të gjitha trajktoret të janë të mundshme, atëherë sa kohë që ne egizistojmë në njérën prej tyre, ne do duhet të përdorim parimin antropik për të shpjeguar pse gjithësia është ashtu sikurse paraqitet. Çfarë kuptimi mund t'i jepet trajktoreve të tjera, në të cilat ne nuk egzistojmë, saktësisht kjo nuk është e quartë. Megjithatë kjo pikëpamje e teorisë kuantike të gravitetit do duhet të jetë shumë më e përshtatëshme, në qoftë se do mund të tregohet se, duke përdorur integralin e rrugëve, gjithësia jonë nuk është pikërisht njëra nga trajktoret e mundshme, por njëra nga më të mundshmet. Që të bëhet kjo, ne duhet të realizojmë integralin e trajktoreve për të gjitha hapësirë/kohët e mundshme Euklidiane që nuk kanë kufi.

Në hipotezën "pa kufi" mësohet se rastësija e një gjithësie të konceptuar sikur ajo ndjek pjesën më të madhe të trajktoreve të mundshme është e neglizhueshme, por ekziston një familje e veçantë trajktoresh që janë shumë më të mundshme se të tjerat. Këto trajktore mund të krahasohen me sipërfaqen e Tokës, me largësinë nga Poli i Veriut që përfaqëson kohën imagjinare dhe madhësinë e një rrethi me largësi konstante nga Poli i Veriut që përfaqëson përmasën hapësinore të gjithësisë. Gjithësia fillon në Polin e Veriut si një pike e vetme. Duke lëvizur drejt jugut, rrethet e gjerësisë me largësi konstante nga Poli i Veriut zgjerohet në kohë imagjinare Fig.8.1. Gjithësia do të duhet të arrijë një madhësi maksimale në nivelin e

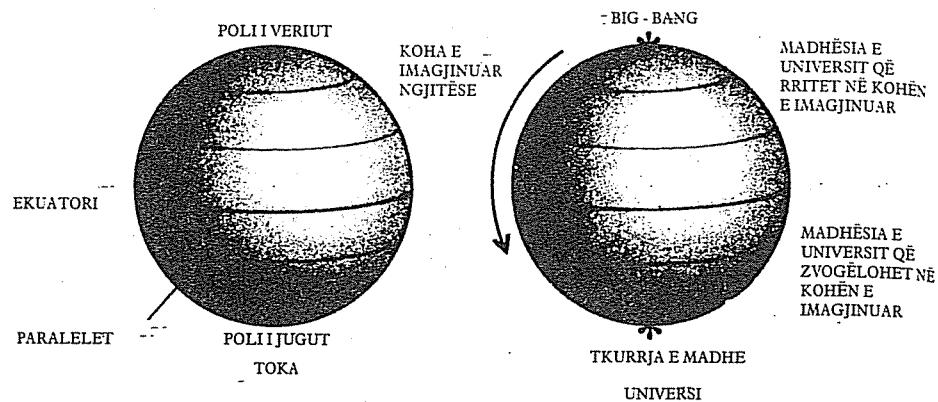


FIG. 8.1.

ekuatorit dhe do të duhet të tkurret me një kohë imagjinare rrítëse derisa të përfundojë në një pikë të vetme në Polin e Jugut. Edhe pse gjithësia duhet të ketë madhësi zero ne Polin e Veriut dhe të Jugut, këto pika nuk duhet të janë veçori, sikurse edhe Poli i Veriut dhe i Jugut në Tokë nuk janë të veçantë. Ligjet e shkencës akoma janë të vlefshme, ashtu sikurse janë edhe për Polin e Veriut dhe të Jugut në Tokë.

Historia e gjithësisë në kohën reale megjithatë, duhet të jetë shumë e ndryshme. Dhjetë ose njezetë miliardë vjet më parë ajo duhet të ketë patur një madhësi minimale te barabarte me rrezen maksimale të historisë në kohën imagjinare. Në kohët reale të mëvonshme, gjithësia duhet të jetë zgjeruar si në modelin kaotik inflacionar të propozuar nga Linde (por sot nuk duhet të supozohet se gjithësia ka qenë krijuar në mënyrën më të drejtë). Gjithësia duhet të zgjerohet deri në përmasa shumë më të mëdha dhe së fundi ajo duhet të tkurret prap deri në atë që, duket si një singularitet në kohën reale. Pra, në një drejtim, të gjithë ne akoma jemi të dënuar, edhe sikur t'i qëndrojmë larg vrimave të zeza. Vetëm në qoftë se do mund ta përshkruanim gjithësinë në kuadrin e kohës imagjinare, atëherë do t'i evitonim singularitetet.

EN

NË

Në qoftë se gjithësia me të vërtetë ndodhet në një gjendje të tillë kuantike në historinë e gjithësisë në kohë imaginare nuk duhet të kishte singularitet. Prandaj lexuesi mund të ketë akoma përshtypjen se kerkimet e mia më të reja i kanë zhvlefësuar plotësisht rezultatet e kërkimeve të mia të mëparshme mbi singularitetin. Por sikurse e tregova më sipër, rëndësia e vërtetë e teoremave të singularitetit ka konsistuar në vëtetimin se fusha gravitacionale duhet të bëhet aq e fuqishme saqë efektet kuantike gravitacionale të mos injoroheshin më. Kjo nga ana e vet çoi në mendimin se gjithësia mund të jetë e fundme në kohën imaginare por pa kufi ose singularitet. Kur kthehemë mbrapa në kohën reale në të cilën jetojmë megjithatë, akoma duket se egzistonë singularitetet. Astronauti i gjorë që bie në një vrimë të zezë akoma do të gjendet në një situatë delikate, vetëm po të jetonte në kohë imaginare nuk do të ndeshej me singularitetin.

Ky fakt mund të sugjeronte se e ashtuquajtura kohë imaginare, në të vërtetë është kohë reale dhe se ajo që quajmë kohë reale është vetëm një frut i imaginatës tonë. Në kohën reale gjithësia ka një fillim dhe një fund në singularitetet që formojnë një kufi të hapësirës kohës dhe ku ligjet e shkencës nuk funksionojnë. Por në kohën imaginare nuk ka singularitet ose kufi. Prandaj, mundet që, ajo që ne e quajmë kohë imaginare të jetë në të vërtetë më themelore, dhe se atë që e quajmë reale të jetë vetëm një ide e shpikur nga ne për të na ndihmuar që të përshkruajmë gjithësinë ashtu si mendojmë se është. Por sikurse e kam thënë më parë në kapitullin 1, një teori shkencore është vetëm një model matematik që ka për qëllim të përshkruajë vëzhgimet tona: ai egizston vetëm në mëndjet tona. Prandaj është pa kuptim të pyesësh: cila është reale koha "reale" apo ajo "imaginare"? është thjesht një çështje se cili nga dy përshkrimet është më i përshtatshëm.

Mund të përdoret gjithashtu integrali i rrugëve së bashku me propozimin "pa kufij" për të gjetur se cilat veçori të gjithësisë kanë të ngjarë që të shfaqen së bashku. Për shembull mund të llogaritet propabiliteti që gjithësia të zgjerohet pothuaj me të njëjtën masë në të gjitha drejtimet në kohën kur dendësia e gjithësisë ka arritur vlerën e vet aktuale. Në modelet e thjeshtuara që tashmë janë ekzaminuar me hollësi, probabiliteti rezulton te jetë i madh: d.m.th. kushti i propozuar i gjendjes pa kufij çoi në parashikimin se është jashtëzakonisht e mundshme që shpejtësia aktuale e zgjerimit të gjithësisë, të jetë pothuaj e njëjtë në të gjitha drejtimet. Kjo përpunhet

me vëzhgimet e bëra mbi rrezatimet e sfondit të mikrovalëve, që tregojnë se në çdo drejtim rrezatim ka pothuaj të njëjtin intensitet. Në qoftë se gjithësia do të ishte duke u zgjeruar më shpejt në disa drejtime se në të tjerat, intensiteti i rrezatimit në ato drejtime do duhej të ishte pakësuar me një zhvendosje suplementare drejt së kuqes.

Parashikimet e më tejshme të kushtit "pa kufi", janë akoma duke u përpunuar. Një problem që ngjall interes të veçantë, është ai i madhësisë së deviacioneve të vogla të dendësisë nga dendësia uniforme e gjithësisë fillestare, që në fillim çoi në formimin e galaktikave, pastaj në atë të yjeve dhe së fundi në krijimin tonë. Parimi i papërcaktueshmërisë kërkon që gjithësia e hershme të mos ketë qenë krejtësisht uniforme, sepse në atë kohë duhet të ketë patur disa papërcaktueshmëri ose luhatje në pozicionet dhe shpejtësitë e grimcave. Duke përdorur kushtin "pa kufi" ne gjejmë se gjithësia, në fakt, duhet të ketë filluar me jouniformitetin më të vogël të mundshëm të lejuar nga parimi i papërcaktueshmërisë. Pastaj gjithësia duhet të ketë kaluar një periudhë zgjerimi të shpejtë sikurse përshkruhet në modelet inflacionare. Gjatë kësaj periudhe, jouniformitetet fillestare duhet të kenë qenë amplifikuar deri sa arriten në atë madhësi që të shpjegojnë origjinën e strukturave që vëzhojnë rrëth nesh. Në një gjithësi që zgjerohet ku dendësia i materies ndryshon fare pak nga njëri vend ne tjetrin, graviteti duhet të ketë shkaktuar ngadalësimin e zgjerimit të zona ve me dendësi më të madhe dhe fillimin e tkurrjes. Kjo duhet të ketë çuar në formimin e galaktikave, yjeve dhe së fundi edhe të qenieve të parëndësishme sikure jemi ne. Kështu, të gjitha strukturat e komplikuara që ne shohim në gjithësi mund të shpjegohen nga kushti "pa kufi" për gjithësinë, së bashku me parimin e papërcaktueshmërisë të mekanikës kuantike.

Ideja se hapësira dhe koha mund të formojnë një sipërfaqe të mbyllur pakufi, gjitahshtu ka implikime të thella në lidhje me rolin e Perëndisë në çështjet e gjithësisë. Me sukseset që kanë arritur teoritë shkencore në përshkrimin e ngjarjeve, shumë njerëz kanë formuar bindjen se Perëndia e lejon gjithësinë të zhvillohet sipas disa ligjeve dhe nuk ndërhyn në gjithësi që t'i shkelë këto ligje. Megjithatë, ligjet nuk na tregojnë se ç'pamje duhet të ketë patur gjithësia në fillim të saj- vetëm Perëndisë i përkiste që ta kurdiste zemrekun e orës dhe të vendoste si ta vinte në lëvizje. Përderisa gjithësia ka patur një fillim,

ne mund të supozojmë se ajo ka pasur një krijues. Por në qoftë se gjithësia është me të vërtetë krejtësisht vetë-përmbledhëse, pa kufi ose pa anë, ajo nuk duhet të ketë as fillim dhe as fund: ajo thjesht duhet të jetë. Në këtë rast, a ka vend për një krijues?

## 9

---

## SHIGJETA E KOHES

---

Në kapitullin e mëparshëm kemi parë sesi me kalimin e viteve kanë ndryshuar pikëpamjet tonë mbi natyrën e kohës. Deri në fillim të këtij shekulli njerëzit besonin në egzistencën e një kohe absolute. D.m.th., çdo ngjarje mund të katalogohej ne mënyrë të vetme me një numër të quajtur "kohë", dhe të gjitha orët e mira duhet të ishin dakort mbi intervalin kohor ndërmjet dy ngjarjeve. Megjithatë, zbulimi se shpejtësia e drithës dukej e njëjtë për çdo vëzhgues, pavarësisht nga lëvizja e tij, na çoi në teorinë e relativitetit dhe u desh të braktiset ideja e një kohe të vetme dhe absolute. Në vend të saj, çdo vëzhgues do të kishte masën e vet të kohës të regjistruar nga një orë që ai e mban me vete: orët që mbahen nga vëzhgues të ndryshëm, nuk duhet patjetër të përputhen me njëra-tjetër. Kështu, koha u bë një koncept më personal, në raport me vëzhguesin, në vartësi të vëzhguesit që e mat atë.

Kur u tentua njësimi i gravitetit me mekanikën kuantike, lindi nevoja që të futet ideja e kohës "imaginare". Koha imaginare është e padallueshme nga drejtimet në hapësirë. Në qoftë se dikush shkon drejt veriut ai mund të kthehet mbrapa dhe të drejtohet për në jug; po ashtu, në qoftë se dikush mund të shkojë përpara në kohën

imagjinare, ai do të duhet të jetë i aftë të kthehet dhe të shkojë mbrapa. Kjo do të thotë se nuk mund të ketë ndryshim të rëndësishëm ndërmjet drejtimeve përpara dhe mbrapa në kohën imagjinare. Nga ana tjetër, kur shikon kohën "reale" ka një ndryshim shumë të madh ndërmjet drejtimeve para dhe mbrapa, gjë që është e kuptueshme për të gjithë. Ku e ka originën ky ndryshim ndërmjet të kaluarës dhe të ardhmes? Pse kujtojmë të kaluarën por jo të ardhmen?

Ligjet e shkencës nuk bëjnë dallim ndërmjet të kaluara dhe te ardhmes. Më saktë, sikurse u shpjegua më parë, ligjet e shkences janë të pandryshuara në kombinimin e oparacioneve (ose simetrike) të njoitura si C, P, T(C përfaqëson zëvendësimin e grimcave nga antigrimcat, P jep shembëllimin në pasqyrë, ku e djathta dhe e majta shkëmbohen me njëra-tjetrën, T përbys drejtimin e lëvizjes të të gjitha grimcave: d.m.th. kryeria e lëvizjes së prapthi). Ligjet e shkencës që kontrollojnë sjelljen e materies në çdo situatë normale mbeten të pandryshuara, nën kombinimin e dy oparacioneve C dhe P. Me fjalë të tjera, jeta do të ishte saktësisht e njëjtë për banorët e një planeti tjetër që do të ishin në të njëjtën kohë imazhet tonë në pasqyrë dhe të përbërë jo nga materia por nga antimateria.

Në qoftë se ligjet e shkencës janë të pandryshuara në kombinimin e oparacioneve C dhe P si edhe në kombinimin e C, P dhe T, ata gjithashtu duhet të jenë të pandryshuara në operacionin e vetem të T. Megjithatë, ka një ndryshim të madh ndërmjet drejtimeve përpara dhe mbrapa të kohës reale në jetën e përditshme. Imagjinoni një gotë që bie nga tavolina dhe thyhet në copa në dysheme. Në qoftë se e filmojmë këtë fakt, mund të themi pa vështirësi duke vështruar projksionin, nëse skena që shikojmë zhvillohet përpara apo mbrapa. Po ta zhvilloni filmin mbrapsht, do të shikoni copat të mblidhen për një herë në dysheme dhe të kërcejnë në ajër për të formuar një gotë të plotë mbi tavolinë. Në këtë rast mund të thoni se filmi u zhvillua së prapthi sepse kjo lloj sjellje nuk takohet asnjëherë në jetën e përditshme. Po të ndodhët një gjë e tillë fabrikantët e qelqurinave do të kishin falimentuar.

Shpjegimi që zakonisht i jepet faktit pse nuk i shikojmë copat e gotave të thyera të mblidhen nga dyshemeja dhe të kërcejnë përsëri mbi tavolinë, është se kjo nuk lejohet nga ligji i dytë i termodinamikës. Ky ligj thotë se në çdo sistem të mbyllur, çregullsia, ose entropia me kalimin e kohës gjithmonë rritet. Me fjalë të tjera, kjo është një formë

e ligjit të Murphy-it. Gjërat gjithmonë kanë tendencën të shkojnë keq! Një gotë e pakisur mbi tavolinë përbën një gjendje rregulli të përkryer, por një gotë e thyer në dysheme përbën një gjendje të çrrëgullt. Mund të kalohet lehtë nga një gotë mbi tavolinë në të kaluarën te një gotë e thyer në dysheme në të ardhmen, por jo e kundërta.

Rritja e çrrëgullsise ose entropisë me kalimin e kohës, është një shembull i asaj që quhet Shigjeta e kohës, diçka që dallon të kaluarën nga e ardhmja duke i dhënë kohës një drejtim të saktë. Ekzistojnë, të paktën tre shigjeta të ndryshme të kohës. Në rradhe të parë është shigjeta termodynamike e kohës, drejtimi i kohës në të cilin çrrëgullsia ose entropia rritet. Pastaj vjen shigjeta psikologjike e kohës. Ky është drejtimi në të cilin ne ndiejmë kohën të kalojë, drejtimin në të cilin kujtojmë të kaluarën, por jo të ardhmen. Së fundi, është shigjeta kosmologjike e kohës. Ky është drejtimi i kohës në të cilin gjithësia zgjerohet në vend që të tkurret.

Në këtë kapitull unë do të argumentoj se kushti pa kufi përgjithësinë, së bashku me parimin antropik të dobët, mund të shpjegojnë arsyen pse të tre shigjetat synojnë në të njëtin drejtim dhe përmë tepër, pse duhet të ekzistojë një shigjetë kohe e përcaktuar mirë. Unë do të tregoj se shigjeta psikologjike është përcaktuar nga shigjeta termodynamike, dhe së këto dy shigjeta domosdoshmërisht gjithmonë synojnë në të njëtin drejtim. Në qoftë se supozohet kushti pa kufi përgjithësinë, ne do të shikojmë se duhet të ekzistojnë dy shigjeta kohe të përcaktuara mirë, termodynamike dhe kozmologjike, por ato nuk synojnë në të njëtin drejtim, përmë të gjithë historinë e gjithësisë. Megjithatë, unë do të tregoj se vetëm kur ato synojnë në të njëtin drejtim, kushtet janë të përshtatshme përmë zhvillimin e qenieve inteligente që mund të shtrojnë pyetjen: si ndodh që çrrëgullsia shtohet në të njëtin drejtim të kohës në të cilin gjithësia zgjerohet?

Unë do të diskutoj në rradhë të parë mbi shigjetën termodynamike të kohës. Ligji i dytë i termodynamikës rrjedh nga fakti se gjithmonë ka shumë më tepër gjendje të çrrëgulluara se sa gjendje të rregullta. Përmë shembull, të marrim pjesët e një "loje" në një kuti. Ekziston një dhe vetëm një renditje në të cilën pjesët do të formojnë një tablo të plotë. Nga ana tjeter ekziston një numër shumë i madh renditjesh në të cilat pjesët janë të çrrëgullta dhe nuk përfaqësojnë asgjë.

Të supozojmë se një sistem lind në gjirin e një numri të vogël sistemesh të rregullta. Me kalimin e kohës sistemi do të zhvillohet në përporthje me ligjet e shkencës dhe gjendja e tij do të ndryshojë. Kohë më vonë, ka më shumë të ngjarë që sistemi të jetë në gjendje të çrregulltë se sa në gjendje të rregullt, sepse gjendjet e çrregullta janë më të shumta. Në këtë mënyrë me kalimin e kohës çrregullsia do të priret drejt rritjes në qoftë se sistemi i bindet një gjendjeje fillestare shumë të rregullt.

Të supozojmë se pjesët e lojës, vendosen në kuti me një renditje të rregullt sipas së cilës ato formojnë tablonë. Në qoftë se e tundim kutinë, do të marrim një renditje tjetër. Eshtë mundshme që kjo të jetë një renditje e çrregulltë ku pjesët nuk formojnë një tablo të rregullt, thjesht sepse në këtë rast ka shumë më tepër renditje të çrregullta. Disa grupe pjesësh akoma mund të formojnë copa të tablosë, por sa më shumë ta tundim kutinë, aq më tepër shtohet mundësia që këto grupe të shpërbëhen dhe pjesët të vendosen në mënyrë kaotike pa formuar as një copë tabloje. Në këtë mënyrë çrregullimi i pjesëve ndoshta do të shtohet me kalimin e kohës në qoftë se pjesët i binden gjendjes fillestare ku ato ishin shumë të rregullta.

Të supozojmë, megjithatë, se Perëndia kishte vendosur që gjithësia të përfundonte në një gjendje rregulli të lartë, por nuk kishte asnjë rëndësi se në ç'gjendje kishte filluar. Në kohët e hershme, gjithësia ndoshta duhet të ketë qenë në një gjendje çrregullsie. Kjo do të thotë se çrregullsia duhet të pakësohej me kalimin e kohës. Ju do të shikonit sesi gotat e thyera mblidheshin së bashku dhe do të kërcenin mbi tavolina. Megjithatë, qdo qenie njerëzore që do t'i vëzhgonte gotat, do të duhej të jetonte në një gjithësi ku çrregullimi pakësohet me kalimin e kohës. Unë do të tregoj se qenie të tilla duhet të kenë patur një shigjetë psikologjike të kohës që shkonte së prapthi. Kjo do të thotë se ata do duhej të kujtonin ngjarjet e ardhshme, dhe të mos kujtonin ngjarjet e kaluara. Kur gota ishte thyer, ata do të kujtoheshin ta kishin parë mbi tavolinë, por duke qenë mbi tavolinë nuk do të kujtoheshin ta kishin parë të thyer mbi dysheme.

Eshte shumë vështirë të flasësh për kutjesën njerëzore, sepse ne nuk dimë në detaje sesi punon truri. Megjithatë ne dimë gjithçka mbi mënyrën si funksionojnë kujtesat e kompjuterit. Prandaj unë do të flas mbi shigjetën psikologjike të kohës të kompjuterëve. Unë

mendoj se është e arsyeshme të supozosh se shigjeta e kompjuterave është e njëjtë me atë të njerëzve. Po të mos ishte kështu do të bëhej kërdija në bursë po të kishe një kompjuter, që do të kujtonte çmimet e ditës së nesërme!

Një kujtesë kompjuteri, është kryesisht një aparat që përbën elemente që mund të egzistojnë në njérën nga dy gjendjet. Një shembull i thjeshtë është ai i një "abacus-i". Në formën e tij më të thjeshtë, ai përbëhet nga një numër telash; në çdo tel gjendet një rruazë që mund të vendoset në njérën nga dy pozitat. Përpara se një informacion të rregjistrohet në kujtesën e kompjuterit, kujtesa ndodhet në një gjendje të çrregullt, me probabilitet të barabarta për të dyja gjendjet e mundshme (Rruazat janë shpërndarë në mënyrë të çrregullt në telat e abacusit). Kur kujtesa të ketë bashkëvepruar me sistemin që duhet të kujtohet, ajo do të gjendet në mënyrë definitive në njérën gjendje ose në tjetrën në përputhje me gjendjen e sistemit (Çdo rruazë e abakusit mund të gjendet ne anën e djathë ose të majtë të fijes së telit). Në këtë mënyrë kujtesa ka kaluar nga një gjendje e çrregullt në një gjendje të rregullt. Megjithatë, për të qenë i sigurtë se kutjesa është në gjendje të rregullt, është e nevojshme të përdoret një sasi e caktuar energjie (për të vënë në lëvizje rruaza ose pér të vënë në funksionim kompjuterin etj.) Kjo energji shpërndahet përashtë në formën e nxehësisë dhe e shton shkallën e çrregullsisë në gjithësi. Mund të demonstrohet se kjo rritje e çrregullsisë është gjithmonë me e madhe se rritja e rregullit të vetë kujtesës. Kështu, nxehësia që nxirret jashtë me anën e ventilatorit të kompjuterit tregon se, kur një kompjuter rregjiston një informacion në kujtesën e tij, sasia totale e çrregullimit në gjithësi shtohet edhe më tepër. Drejtimi i kohës në të cilin kompjuteri kujton te kaluarën është i njëjtë me atë në të cilin çrregullsia rritet.

Ndjenja jonë subjektive e drejtimit të kohës, shigjeta psikologjike e kohës, është përcaktuar pra brenda trurit tonë nga shigjeta termodinamike e kohës. Tamam si një kompjuter, edhe ne duhet t'i kujtojmë gjërat në renditjen në të cilën entropia rritet. Kjo ja ul shumë vlerën ligjit të dytë të termodinamikës. Me kalimin e kohës çrregullsia rritet, sepse ne e masim kohën pikërisht me drejtimin në të cilin çrregullsia rritet. Ju nuk mund të éndërroni një bast më të mirë!

Por, pse duhet të ekzistojë shigjeta termodinamike e kohës? Ose, me fjalë të tjera, përsë gjithësia duhet të jetë në një gjendje rregulli të

lartë gjatë një periudhe që ne e quajmë të kaluar? Përse gjithësia gjatë gjithë kohës nuk ka qenë është në një gjendje çrregullimi të plotë? Në fund të fundit, një gjë e tillë do të na dukej me e mundshme. Dhe përsë drejtimi i kohës në të cilin çrregullimi rritet është i njëjtë me atë në të cilin gjithësia zgjerohet?

Në teorinë klasike të relativitetit të përgjithshëm nuk mund të parashikohet se në ç'mënyrë duhet të ketë lindur gjithësia sepse të gjitha ligjet e njoitura të shkencës duhet të kenë qenë të çvleftësuara ne veçorinë e big-bengut. Gjithësia mund të ketë filluar në një gjendje shumë homogjene dhe te rregullt. Kjo do të conte tek shigjetat e përcaktuara mirë, termodinamike dhe kozmologjike të kohës si ata që vëzhgojmë. Por ajo, shumë mirë mund të kesh filluar në një gjendje shumë të çrregullt dhe jo homogjene. Në këtë rast, gjithësia do të duhej të ishte në një gjendje çrregullsie të plotë, kështu që çrregullsia nuk do të mund të shtohej, me kalimin e kohës. Ajo, ose do të duhej të qëndronte konstante, dhe në këtë rast nuk do të kishte një shigjetë termodinamike kohe e përcaktuar mire, ose ajo do të duhej të pakësohej, dhe në këtë rast shigjeta termodinamike e kohës do të synonte në drejtim të kundërt me atë të shigjetës kozmologjike. Asnjëra nga keto mundësi nuk përputhet me ato që ne vëzhgojmë. Megjithatë, sikurse e përmendëm relativiteti i përgjithshëm klasik parashikon vet dekadencën e vvetvesës. Kur përkulja e hapësirë-kohë bëhet e madhe, efektet gravitacionale kuantike do të mbizotërojnë dhe teoria klasike do të pushojë së qenuri një pëershkruese e mirë e gjithësisë. Duhet të përdoret teoria kuantike e gravitetit për të kuptuar se në ç'mënyrë ka filluar gjithësia.

Në teorinë kuantike të gravitetit, sikurse e pamë në kapitullin e fundit, për të saktësuar gjendjen e gjithësisë, ne duhet të përcaktojmë se si do të silleshin trajktoret e mundshme te gjithësisë në kufirin e hapësirë kohës në të kaluarën. Vështirësia për të pëershkuar se çfarë nuk njojin dhe çfarë nuk mund të njojin, mund të evitohej vetëm në qoftë se trajktoret do t'i bindeshin kushtit pa kufi; ato kanë shtrirje të kufizuar por nuk kanë kufi, anë ose singularitet. Në këtë rast, fillimi i kohës duhet të ketë qenë një pikë e rregullt dhe homogjene e hapësirë-kohës dhe gjithësia duhet ta ketë filluar zgjerimin e saj në një gjendje shumë homogjene dhe të rregullt. Ajo mund të mos ketë qenë plotësish uniforme, sepse kjo do të kishte cenuar parimin e papërcaktueshmërisë të teorisë kuantike. Duhet të ketë patur luhatje

të vogla të dendësisë dhe shpejtësisë së grimcave. Megjithatë, gjendja pa kufi, kërkonte që këto luhajte të ishin mundësish sa më të vogla, në përputhje me parimin e papërcaktueshmërisë.

Gjithësia duhet të ketë filluar me një periudhë zgjerimi eksponencial ose "inflacionar" në të cilën ai duhe t'i ketë rritur përmasat e saj me një faktor shumë të madh. Gjatë këtij zgjerimi, luhatjet e dendësisë në fillim, duhet të kenë qenë të vogla, por më vonë duhet të janë shtuar gradualisht. Zonat që kishin dendësi pak më të madhe se mesatarja duhet të kenë pësuar një ngadalësim të zgjerimit si pasojë e tërheqjes gravitacionale të masës suplementare. Së fundi, këto zona duhet të kenë pushuar së zgjeruari dhe janë tkurrur për të formuar galaktikat, yjet dhe qeniet njerëzore. Gjithësia, duhet të ketë filluar në një gjendje homogjene dhe të rregullt, dhe me kalimin e kohës duhet të jetë bërë e çrregullt dhe johomogjene. Kjo duhet të shpjegojë egzistencën e shigjetës termodinamike të kohës.

Por çfarë do të ndodhët në qoftë se gjithësia do të pushonte së zgjeruari dhe të fillonte tkurrjen? A do të kthehej shigjeta termodinamike e kohës në drejtim të kundërt, a do të fillonte të pakësohej çrregullsia me kalimin e kohës? Kjo do të çonte në gjithfarëlloj mundësish të përngjashme me tregimet fantastiko-shkencore për njerezit që do të kishin mbijetuar nga faza e zgjerimit ne atë të tkurries. A do të shikonin ata sesi copat e kupave te thyera do të bashkoheshin në dysheme dhe do të kërcenin prap mbi tavolinë? A do të ishin ata në gjendje të kujtojnë kursin e këmbimeve të ditës së nesërme dhe të bëhen pasanikë në tregun e bursës? Mund të duket pak si akademike të shqetësoshesh për atë që mund të ndodhë kur gjithësia do të tkurret përsëri, meqenëse atij do t'i duhen të paktën edhe dhjetë miliardë vjet të tjera që të fillojë të tkurret. Por ekziston një mënyrë më e shpejtë pér të mësuar se çfarë do të ndodhë: të kërcesh në një vrimë të zezë. Tkurrja e një ylli për të formuar një vrimë të zezë i përngjan stadeve të fundit të tkurries të gjithësisë në tërësi. Kështu, në qoftë se çrregullimi do të pakësohej në fazën e tkurries së gjithësisë, do të pritej gjithashtu që ai të pakësohej edhe në brendinë e vrimës së zezë. Në këtë mënyrë një astronaut që do të binte në një vrimë të zezë, ndoshta do të ishte në gjendje të fitonte në ruletë duke kujtuar në çfarë pozicioni ndodhej zari përparrë se ai të vinte bastin. (Për fat të keq, ai nuk do të luante gjatë përparrë se të transformohej

në spageti. Po ashtu ai nuk do të ishte në gjendje të na informonte mbi inversionin e shigjetës termodinamike, ose as të fuste në bankë fitimet, sepse do të ishte bllokuar mbrapa horizontit të ngjarjeve të vrimës së zezë.)

Në fillim unë besova se gjatë fazës së ritkurrjes te gjithësisë, çrregullsia do të pakësohej. Mendimi im ishte se kur gjithësia të bëhej prap e vogël, ajo duhet të rikthehej në një gjendje homogjene dhe të rregullt. Kjo do të thotë se faza e tkurrjes duhet ti ngajë kohës së invertuar të fazës së zgjerimit. Në fazën e tkurrjes, jeta njerëzore duhet të kalojë së prapthi: njërit duhet të vdesin përparrë se të kenë lindur dhe të rinohen gjatë kohës që gjithësia tkurret.

Kjo ide është tërheqëse sepse do te fliste për një simetri të mirë ndërmjet fazave të zgjerimit dhe të tkurrjes. Megjithatë ajo nuk mund të adoptohet si e tillë e shkëputur nga njohuri të tjera mbi gjithësinë. Pyetja që shtrohet është : është ajo e lidhur me kushtin pa kufi, apo nuk përputhet fare me këtë kushte? Sikurse përmenda, në fillim mendova se kjo gjendje realisht kërkonte që në fazën e tkurrjes çrregullimi duhet të pakësohej. Unë gabova, pjesërisht nga analogjia me sipërfaqen e Tokës. Në qoftë se supozohet se fillimi i gjithësisë do t'i korespondonte Polit të Veriut, atëherë fundi i gjithësisë duhet të ishte i ngjashëm me fillimin, ashtu sikurse Poli i Jugut është i ngjashëm me Polin e Veriut. Megjithatë, Poli i Veriut dhe i Jugut i korespondojnë fillimit dhe fundit të gjithësisë në kohën imaginare. Fillimi dhe fundi në kohën reale mund të ndryshojnë shumë njëri nga tjetri. Unë u gabova edhe nga një punim që kisha bërë mbi një model të thjesht të gjithësisë në të cilin, faza e tkurrjes i ngjante inversionit të kohës të fazës së zgjerimit. Një kolegu im Don Page, në Penn State University, vuri në dukje se kushti pa kufi nuk kërkonte që faza e tkurrjes të ishte patjetër koha e invertuar e fazës së zgjerimit. Përveç kësaj, një nga studentët e mi, Raymond Laflamme, gjeti se në një model pak më të komplikuar, tkurrja e gjithësisë ndryshonte shumë nga zgjerimi. Unë e kuptova gabimin tim: kushti pa kufi kërkonte, që çrregullsia në fakt do duhej të vazhdonte të rritej gjatë fazës së tkurrjes. Shigjetat termodinamike dhe psikologjike të kohës nuk do të duhej të invertoheshin, kur gjithësia të fillonte të ritkurrej, dhe as brenda vrimave të zeza.

Çfarë do të bëniti ju sikur ta kishit kuptuar se keni bërë një gabim të tillë? Disa nuk pranojnë kurrë se nuk kanë të drejtë dhe vazhdojnë të paraqesin argumente të reja, shpesh herë kundërshtuese me njëratjetrën, për të mbështetur rastin e tyre, ashtu sikurse veproi Eddington-i duke kundërshtuar teorinë e vrimave të zeza. Të tjerë pretendojnë se nuk e kanë mbështetur kurrë realisht teorinë e gabuar, ose nëse e kanë mbështetur, ngulin këmbë ta kenë bërë vetëm që të demonstrojnë se ajo ishte kontradiktore. Mua më duket se është shumë më mirë dhe shumë më qartë ta pranosh nëpërmjet një publikimi se ke gabuar. Një shembull i mirë, qe ai i Einstein-it, i cili konstanten kozmologjike të futur prej tij në përpjekjet për të ndërtuar një model statik të gjithësisë e quajti gabimin më të rëndë të jetës së tij.

Në lidhje me shigjetën e kohës, mbetet pyetja: pse synojnë në të njëtin drejtim shigjetat termodinamike dhe kozmologjike? Ose me fjalë të tjera, pse çrregullsia rritet në të njëtin drejtim të kohës me drejtimin në të cilin gjithësia zgjerohet? Në qoftë se mendohet se gjithësia zgjerohet përpëra se të ritkuret siç e kërkon kushti pa kufi, atëherë del pyetja, pse ne ndodhemi më tepër në një fazë zgjerimi se sa në një fazë tkurrje?

Kësaj pyetje mund t'i përgjigjemi duke u bazuar në parimin antropik të dobët. Kushtet në fazën e tkurrjes nuk duhet te jenë të përshtatëshme për ekzistencën e qenieve inteligjente që mund të bënini pyetjen : pse çrregullsia rritet në të njëtin drejtim të kohës me drejtimin në të cilin gjithësia zgjerohet? Inflacioni në stadet e hershme të gjithësisë, të cilin e parashikon kushti pa kufi, do të thotë se gjithësia duhet të zgjerohet me shpejtesi shumë të përafërt me vlerën kritike në të cilën duhet të evitohet ritkurrja, dhe kështu nuk do të ritkurret për një kohë shumë të gjatë. Gjatë kësaj kohe të gjithë yjet duhet të jenë shuar dhe protonet dhe neutronet që përbajnë, ndoshta do të jenë transformuar në grimca drite dhe rrezatimi. Gjithësia duhet të ketë hyrë në një gjendje çrregullsie pothuaj të plotë. Nuk duhet të ketë shigjetë kohe termodinamike të fortë. Çrregullsia nuk mund të rritet shumë sepse gjithësia tashmë duhet të jetë në një gjendje çrregullsie pothuaj të plotë. Megjithatë, një shigjetë termodinamike e fortë është e nevojshme për jetën inteligjente që të veprojë. Për të mbijetuar, qeniet njerëzore kanë nevojë të konsumojnë ushqim, që është një formë e rregullt e energjisë dhe ta kthejnë atë në nxehësi, e

cila është një formë e çrregullt energjie. Në këtë mënyrë jeta inteligjente nuk mund të egzistonte në fazën e tkurrjes së gjithësisë. Ky është shpjegimi pse ne vëzhgojmë që shigjetat termodynamike dhe kozmsologjike të kohës synojnë në të njëtin drejtim. Nuk është se zgjerimi i gjithësisë shkakton rritje te çrregullsisë. Ka më tepër të ngjarë që gjendja pa kufi të shkaktojë një rritje të çrregullsisë dhe kushtet e përshatshme për jetën inteligjente vetëm në fazën e zgjerimit.

Për ta përbledhur, ligjet e shkencës nuk bëjnë dallim ndërmjet drejtimeve të ardhshme dhe të shkuarës së kohës. Megjithatë, të paktën ka tre shigjeta kohe që dallojnë të shkuarën nga e ardhma. Këto janë shigjeta termodynamike, drejtimi i kohës në të cilin çrregullsia shtohet, shigjeta psikologjike drejtimi i kohës në të cilin ne kujtojmë të kaluarën dhe jo të ardhmen; dhe shigjeta kozmologjike, drejtimi i kohës në të cilin gjithësia zgjerohet në vend që të tkurret. Unë tregova se shigjeta psikologjike esencialisht është identike me shigjetën termodynamike, kështu që të dyja gjithmonë synojnë në të njëtin drejtim. Propozimi pa kufi për gjithësinë parashikon ekzistencën e një shigjetë termodynamike të kohës të përcaktuar mirë, sepse gjithësia duhet të fillojë në një mënyrë homogjene dhe të rregullt. Dhe arsyja pse ne shikojmë që kjo shigjetë termodynamike përputhet me shigjetën kosmologjike, është se qeniet inteligjente mund të ekzistojnë vetëm në fazën e zgjerimit të gjithësisë. Faza e tkurrjes nuk do të jetë e papërshtatshme sepse nuk ka shigjetë termodynamike të kohës të fortë.

Progresi i racës njerezore për të kuptuăr gjithësinë ka krijuar një kënd të vogël rregulli mbrenda një gjithësie që shkon duke u çrregulluar. Në qoftë se ju mban mend çdo fjalë që keni lexuar në këtë libër, kujtesa juaj duhet të ketë rregjistruar rrëth dy milion pjesë informacioni: rregulli në trurin tuaj do të jetë rritur me rrëth dy milionë njësi. Megjithatë, ndërsa lexonit librin, ju keni konvertuar të paktën një mijë kalori energji të rregullt, në formën e ushqimit, në energji të çrregullt, në formën e nxehësisë që kanë humbur në ajrin përreth jush me anën e konveksionit dhe të djersës. Kjo do ta rrisi çrregullsinë e gjithësisë me rrëth njëzet milion, milion milion milion unitete- ose rrëth dhjetë milion milion milion herë sa rritja e rregullit në trurin tuaj dhe kjo në qoftë se mban mend çdo gjë që përban ky

libër. Në kapitullin tjetër, unë do të mundohem të vendos më tepër rregull duke zgjeruar rrugën e ngushtë në mes të pyllit, duke shpjeguar pse njerezit mundohen të kombinojnë teoritë e veçanta që kam përshkruar më lart për të formuar një teori të plotë të njësuar, që do të përfshinte çdo gjë në gjithësi.

# 10

---

## NJËSIMI I FIZIKËS

---

Sikurse u shpjegua në kapitullin e parë, do të ishte shumë vështirë të ndërtohej një teori krejtësisht e njësuar dhe e vlefshme për çdo gjë në gjithësi. Por në vend të kësaj, ne kemi ecur përparrë duke gjetur teori të veçanta që përshkruajnë një varg të kufizuar ngjarjesh duke lënë pas dore pasoja të tjera ose duke bërë përafrime (për shembull kimia, na lejon të llogarisim ndërveprimet midis atomeve pa njobur asgjë nga struktura e brendshme e bërrthamës së atomit). Në fund të fundit, megjithatë, shpresohet të gjendet një teori e plotë, logjike dhe e njësuar, që t'i përbledhë të gjitha këto teori të veçanta si përafrime, teori që nuk ka nevojë të përshtatet për tu përputhur me faktet duke zgjedhur vlerat e disa numurave arbitrale ne teori. Kërkimi i një teorie të tillë sot nijhet me emrin "njësimi i fizikës". Einstein-i harxhoi pa sukses pjesën më të madhe të viteve të fundit të jetës së tij, për të gjetur një teori të njësuar, por kushtet nuk ishin pjekur: egzistonin teori të veçanta për gravitetin dhe për forcën elektromagnetike, por kishte shumë pak njoburi për forcat bërrthamore. Përveç kësaj, Einstein-i refuzoi të besonte në realitetin e mekanikës kuantike, pavarësisht nga roli i rëndësishëm që kishte luajtur në zhvillimin e saj. Megjithatë, duket se parimi i papërcaktueshmërisë është një karakteristikë themelore e gjithësisë

në të cilin jetojmë. Prandaj një teori e njësuar e vlefishme duhet patjetër ta përfshijë këtë parim.

Sikurse do ta përshkruaj më tutje, perspektivat për të gjetur një teori të tillë duket se janë shumë më të mira, sepse ne sot kemi shumë më tepër njojuri mbi gjithësinë. Por ne duhet të ruhemë nga vetbesimi i tepruar - ne kemi pasur shumë agime të rreme përparrë. Kemi ushqyer shumë shpresa të gabuarë në të kaluarën! Në fillim të këtij shekulli, për shembull, mendohej se çdo gjë mund të shpjegohej me anën e veçorive të materies së vazhdueshme, siç është elasticiteti dhe përcimi i nxehësisë. Zbulimi i strukturës së atomit dhe parimi i papërcaktueshmërisë i dhanë një goditje përfundimtare këtyre koncepteve. Pastaj, në vitin 1928 fizikanti dhe fituesi i çmimit Nobel Max Born i tha një grupi vizitorësh ne Universitetin e Göttingen-it se "Fizika, siç e njohim ne do të marrë fund brenda gjashë muajsh "dhe besimi i tij bazohet tek zbulimi i fundit i Dirac-ut mbi ekuacionin që drejton elektronin. U mendua se një ekuacion i ngjashëm duhet të drejtonte protonin, që ishte e vëtmja grimcë tjetër që njihet në ato kohë, dhe kjo do të shënonte përfundimin e fizikës teorike. Por zbulimi i neutronit dhe i forave bërthamore e tronditi edhe këtë besim. Megjithatë, unë besoj se akoma ka arsyë për një optimizëm të përmbytjë që na lejon të shpresojmë përfundimin e afërt të kërkimeve mbi ligjet themelore të natyrës.

Në kapitujt e kaluar unë kam përshkruar relativitetin e përgjithshëm, teorinë e veçantë të gravitetit, dhe teoritë e vecanta që kontrollojnë forcat e dobëta, të forta dhe ato elektromagnetike. Tre të fundit mund të kombinohen në të ashtuquajturat teori të mëdha të njësuarë, ose GUT-e, të cilat nuk janë shumë të kënaqshme sepse ato nuk përfshijnë gravitetin dhe sepse përbajnë një numër të caktuar madhësish, sikurse janë masat relative të grimave të ndryshme, që nuk mund të parashikohen nga teoria por duhet të zgjidhen në mënyrë që të përputhen me vëzhgimet. Vështirësia më e madhe për të gjetur në teori që të njësojë gravitetin me forcat e tjera qëndron në atë se relativiteti i përgjithshëm është një teori "klasike", d.m.th., ajo nuk përfshin parimin e papërcaktueshmërisë të mekanikës kuantike. Nga ana tjetër, teoritë e tjera parciiale varen në mënyrë esenciale nga mekanika kuantike. Prandaj, hapi i parë i nevojshëm, është kombinimi i relativitetit të përgjithshëm me parimin e papërcaktueshmërisë. Sikurse e kemi parë, kjo mund të çojë në disa pasoja të rëndësishme, si p.sh., që vrimat e zeza nuk janë të zeza, që gjithësia nuk ka asnë.

singularitet por është krejtësisht e mbyllur në vetvete dhe pa kufi. Vështirësia qëndron, sikurse u shpjegua në kapitullin 7, sesi pasojë e parimit të papërcaktueshmërisë, madje edhe hapësira boshe është e mbushur me çifte grimcash dhe antigrimcash virtuale. Këto çifte duhet të përmbajnë një sasi të pafund energjje dhe prandaj, sipas ekuacionit të famshëm të Einstein-it  $E=mc^2$ , ato duhet të kenë një sasi të pafund mase. Në këtë mënyrë tërheqja e tyre gravitacionale do të përkulte gjithësinë duke e mbyllur në një hapësirë pafundësisht të vogël.

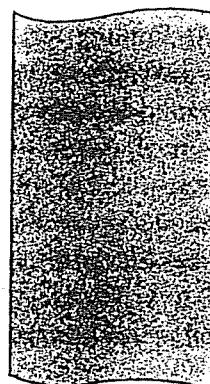
Në mënyrë pak a shumë të ngjashme, madhësi të pafund, në dukje absurde gjenden në teoritë e tjera të veçanta, por në të gjitha këto raste pafundësitë mund të fshihen me anën e një procedure të quajtur rinormalizim. Kjo arrihet duke fshirë pafundësitë me anën e pafundësive të tjera. Megjithëse kjo teknikë nga ana matematike është relativisht e dyshimtë, duket se në praktikë funksionon dhe është përdorur me këto teori për të bërë parashikime që përputhen me vëzhgimet me një shkallë të jashtëzakonshme saktësie. Megjithatë, rinormalizimi ka një të metë serioze nga pikëpamja e tentatives për të gjetur një teori të plotë, sepse ajo nënkupton që vlerat reale të masave dhe intensiteti i forcave nuk mund të parashikohen nga teoria, por duhen zgjedhur ne mënyrë që të përputhen me vëzhgimet.

Në tentativën për të përfshirë në relativitetin e përgjithshëm parimin e papërcaktueshmërisë ka vetëm dy madhësi që mund të përshtaten forca e gravitetit dhe vlera e konstantes kozmologjike. Por përshtatja e këtyre vlerave nuk është e mjaftueshme për të eliminuar të gjitha pafundësitë. Prandaj ka një teori e cila duhet të parashikoj se disa madhësi, si kurbatura e hapësirë-kohës, janë realisht të pafundme, megjithatë këto sasi mund të vëzhgojen dhe të maten dhe rezultojnë të janë krejtësisht të kufizuara. Ky problem i kombinimit të relativitetit të përgjithshëm dhe i parimit të papërcaktueshmërisë ka qenë në dyshim për disa kohë, por më në fund u vërtetua me anën e llogaritjeve të hollësishme në vitin 1972. Katër vjet më vonë u sugjerua një zgjidhje e mundshme, e quajtur "supergravitet". Ideja ishte që të kombinohej grimca spin 2 e quajtur graviton, e cila mbart forcën gravitacionale, me disa grimca të tjera të reja me spin  $3/2$ ,  $1$ ,  $1/2$  dhe  $0$ . Në një pikëpamje, të gjitha këto grimca mund të konsiderohen si aspekte të ndryshme të të njëjtës "supergrimcë", duke njësuar kështu grimca e materies me spin  $1/2$  dhe  $3/2$  me grimcat forcë -mbartesë me spin  $0$ ,  $1$  dhe  $2$ . Çiftet grimca/antigrimca virtuale me spine  $1/2$  dhe  $3/2$  duhet të kenë energji nega-

tive dhe kështu duhet të përpinqen të asgjesojnë energjinë pozitive të çifteve virtuale me spin 2, 1 dhe 0. Si pasojë e kësaj, shumë nga pafundësitë e mundshme do të asgjësoheshin por u dyshua se ndonjë pafundësi akoma mund të kishte mbetur. Megjithatë, llogaritjet e nevojshme për të gjetur nëse do të mbeteshe ose jo ndonjë pafundësi e pa asgjësuar ishin aq të gjata dhe të vështira saqë asnje nuk ishte përgatitur t'i ndërmerte ato. U llogarit se edhe me ndihmën e një kompjuteri do të duhesin të paktën katër vjet dhe ishin shumë të mëdha mundësitë që të bëhej të paktën një gabim dhe ndoshta më shumë se një. Dhe dihet se nuk do të merrej përgjigja e drejtë vetëm në qoftë se ndokush tjetër do të përsëri llogaritjet dhe të arrinte të njëjtin rezultat, por nuk ka shumë mundësi që kjo të ndodhë!

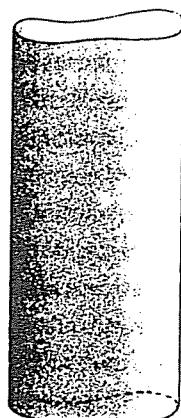
Pavarësisht nga këto probleme, edhe nga fakti se grimcat në teoritë e supergravitetit nuk duket se përputhen në numër me grimcat e vëzhuara, pjesa më e madhe e shkencëtarëve besonte se supergraviteti ndoshta përbënte përgjigjen e drejtë për problemin e njësimit të fizikës. Ajo duket se qe mënyra më e mirë për të njësuar gravitetin me forcat e tjera. Por në vitin 1984, pati një ndryshim të madh të opinionit në favor të të ashtuquajturave teori të kordave

KORDË E HAPUR



FLETË E UNIVERSIT TË KORDËS SË HAPUR

KORDË E MBYLLUR



FLETË E UNIVERSIT TË KORDËS SË MBYLLUR

FIG.10.1. dhe FIG.10.2.

(string theories). Në këto teori objektet themelore nuk janë grimcat, të cilat zënë një pikë të vetme në hapësirë, por entite të kanë gjatësi, por nuk kanë përmasë tjetër, të ngjashme me një copë kordë pafundësisht të hollë. Këto korda mund të kenë ekstremitete (të ashtuquajturat korda të hapura) ose mund të janë të bashkuara duke formuar leqe të mbyllura (korda të mbyllura) (fig.10, 1 dhe fig.10.2). Një grimcë zë një pikë të hapësirës në çdo çast të kohës. Trajektorja e saj mund të paraqitet me anën e një vije në hapësirë-kohë (vija e gjithësisë - the world-line). Nga ana tjetër një kordë zë një vijë në hapësirë në çdo çast të kohës. Prandaj trajektorja e saj në hapësirë-kohë është një sipërfaqe dypërmasore e quajtur fletë gjithësie (world sheet). (Çdo pikë në një fletë gjithësie të tillë mund të paraqitet nga dy numra: njëri që specifikon kohën dhe tjetri vendin e pikës në kordë). Fleta e gjithësisë e një korde të hapur përbën një shirit; buzët e tij përfaqësojnë trajektoret e ekstremiteteve të kordës në hapësirë-kohë (fig.10.1). Fleta e gjithësisë të një korde të mbyllur ka formën e një cilindri ose të një tubi (fig.10.2); një seksion i një tubi është një rreth, që përfaqëson vendin e një kordë në një çast të dhënë.

Dy pjesë korde mund të bashkohen për të formuar një kordë të vetme;

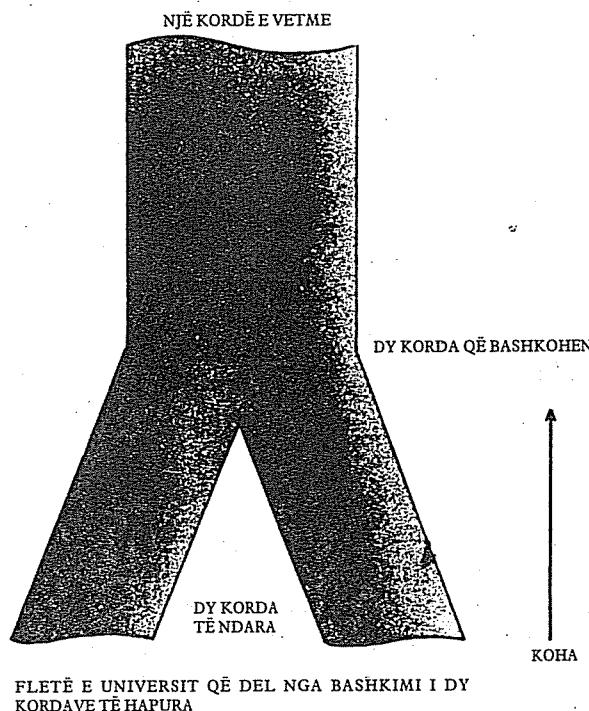
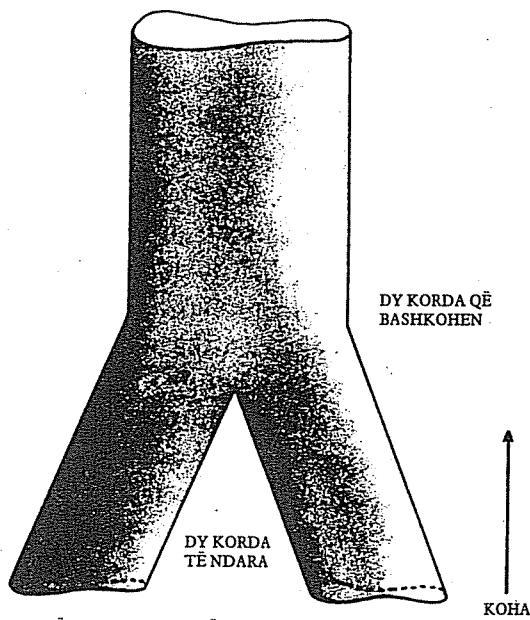


FIG.10.3.

NJË KORDË E VETME



FLETË E UNIVERSIT QË DEL NGA BASHKIMI I DY KORDAVE TE MBYLLURA

FIG.10.4.

në rastin e kordave të hapura ato thjesht bashkojnë ekstremitetet (Fig.10.3), ndërsa në rastin e kordave të mbyllura ato i ngjajnë dy këmbëve të pantallonave (fig.10.4). Po ashtu një pjesë e vetme korde mund të ndahet në dy korda. Në teoritë e kordave, ato që më parë konceptoheshin si grimca tashti përfytyrohen si valët që përhapen gjatë kordës, si dridhje në spangon e një balloni. Rezatimi ose thithja e një grimce nga një grimcë tjetër korespondon me ndarjen ose me bashkimin e kordave. Për shembull, forca gravitacionale që ushton Dielli mbi Tokën në teoritë e grimcave ishte përshkruar si e shkaktuar nga emetimi i një gravitonit nga një grimcë e Diellit dhe nga thithja e saj nga një grimcë në Tokë (Fig.10.5). Në teorinë e kordave, ky proces i ngjan një trupi në formën e shkronjës  $H$  (fig.20.6) (teoria e kordave në një farë mënyre i ngjan hidraulikës). Të dy këmbët e  $H$  i korespondojnë grimcave të Diellit dhe të Tokës dhe vija lidhëse horizontale i korespondon gravitönit që lëviz midis tyre.

Teoria e kordave ka një histori interesante. Fillimisht ajo u shpik në fundin e viteve 1960 gjatë përpjekjeve për të gjetur një teori që të

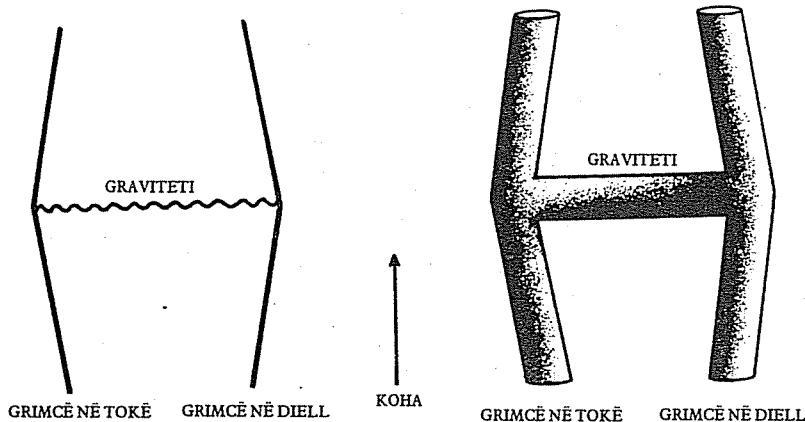


FIG.10.5. dhe FIG.10.6.

përshkruante forcën e fortë. Ideja ishte që grimca të ngjashme me protonin dhe neutronin mund të konsideroheshin si valë në një kordë. Forcat e forta ndërmejt grimcave duhet t'i korespondonin pjesëve të kordës që bashkoheshin me pjesë të kordave të tjera e ngjashme me një rrjetë merimange. Me qëllim që kjo teori të jepte vlerën e vëzhguar të forcës së fortë ndërmjet grimcave, kordat duhet t'i përgjanin shiritave të llastikut me një têrheqje prej dhjetë tonelatash.

Në vitin 1974 Joël Scherk nga Parisi dhe John Schwarz nga California Institute of Technology publikuan një artikull në të cilin treguan se teoria e kordave mund të përshkruante forcën gravitacionale, por vetëm, në qoftë se tensioni në kordë do të ishte shumë më i lartë, rreth një mijë miliardë miliardë miliard miliard tonë (1 me tridhjetenëntë zero). Parashikimet e teorisë së kordave duhet të jenë ekzakt të njëjtë si ato të relativitetit të përgjithshëm, për shkallë gjatesie normale, por ato duhet të ndryshojnë për largësi shumë të vogla, më pak se një e milionta e miliardës të miliardës të miliardës të centimetrit (një centimetër i ndarë me 1 me tridhjet zero mbas tij). Punimi i tyre nuk têrhoqi shumë vëmendjen, sepse,

pikërisht në atë kohë, pjesa më e madhe e kërkuesve e braktisën teorinë origjinale të kordave në favor të teorisë së bazuar në kuarket dhe gluonet, që dukej se përputhej shumë më mirë me vëzhgimet. Scherk vdiq në rrethana tragiike (ai vuante nga diabeti dhe ra në gjendje kome kur nuk kishte asnjeri pranë tij që t'i bënte një injekzion insuline). Kështu Schwarz mbeti pothuajse i vetmi mbështetës i teorisë së kordave, por tanë me një vlerë tensioni shumë më të lartë.

Në vitin 1984 interesi për kordat u rizgjua në mënyrë të papritur, siç duket për dy arsyen. Njëra qe sepse në realitet nuk po bëhen shumë përparime për të demonstruar nëse supergraviteti ishte i fundëm ose që ai të shpjegonte llojet e grimcave që ne vëzhgojmë. Tjetra qe publikimi i një artikulli të firmosur nga John Schwarz dhe Mike Green, të Queen Mary College në Londër, që tregonte se teoria e kordave duhet të ishte në gjendje të shpjegonte egzistencën e grimcave që kanë veti të brendshme për të rrotulluar si vida e majtë, siç janë disa nga grimcat që ne vëzhgojmë. Cilado qoftë arsyaja, shumë shkencëtarë filluan të punojnë mbi teorinë e kordave dhe kështu krijuan një version të ri të ashtuquajtur kordat heterotike, i cili duket se ishte në gjendje të shpjegonte llojet e grimcave që ne vëzhgojmë.

Edhe teoritë e kordave çojnë në madhësi të pafund, por mendohet se këto mund të zhduken krejtësisht në versione si ato të kordave heterotike (edhe pse akoma nuk e dimë me siguri). Teoritë e kordave megjithatë, ndeshen me një problem të madh: ato duket se janë të vlefshme vetëm nëse hapësirë-koha ka ose dhjetë ose njëzet e gjashtë përmasa në vend të katër përmasave tona të zakonshme! Sigurisht përmasat suplementare të hapësirë-kohës janë gjë e zakonshme në literaturën fantastiko-shkencore; në të vërtetë ato pothuaj përbëjnë një domosdoshmëri përderisa realtitiviteti përcakton se shpejtësia e drithës nuk mund të teikalohet, do të thotë se do të duhet një kohë shumë më e gjatë pér të udhëtuar ndërmjet yjeve dhe galaktikave. Ideja fantastiko-shkencore është se ndoshta mund të gjenden rrugë më të shkurtra po të kalohet në përmasa më të larta. Kjo mund të përshkruhet në këtë mënyrë. Imagjinoni që hapësira ku ne jetojmë nuk ka veçse dy përmasa dhe është e përkulur si sipërfaqja e një unaze (fig.10.7). Po të ndodheshit në njerën anë të buzës së brendshme të unazës dhe të donit të kalonit në një pikë në anën tjetër, ju do të duhet t'i binit përqark buzës së brendshme të unazës. Megjithatë, po të ishit në gjendje të udhëtonit në dimensionin e tretë, ju mund t'i binit shkurt duke përshkuar drejtpersëdrejti vrimën e unazës.

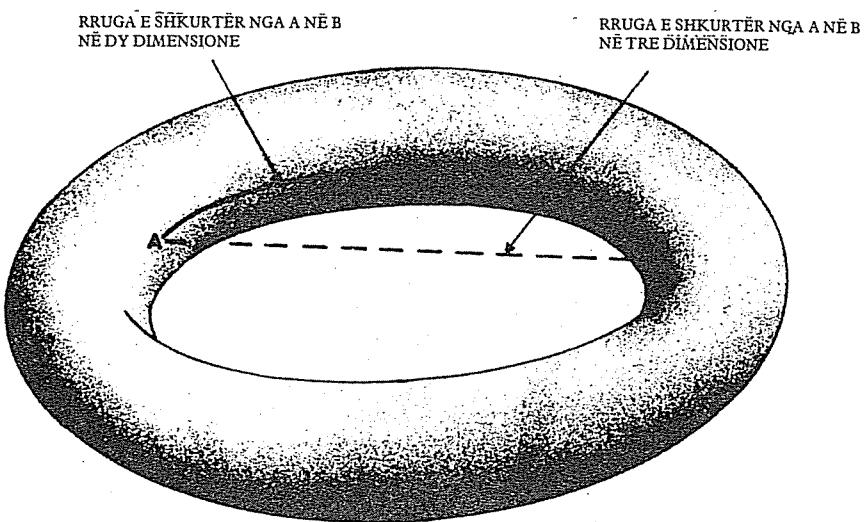
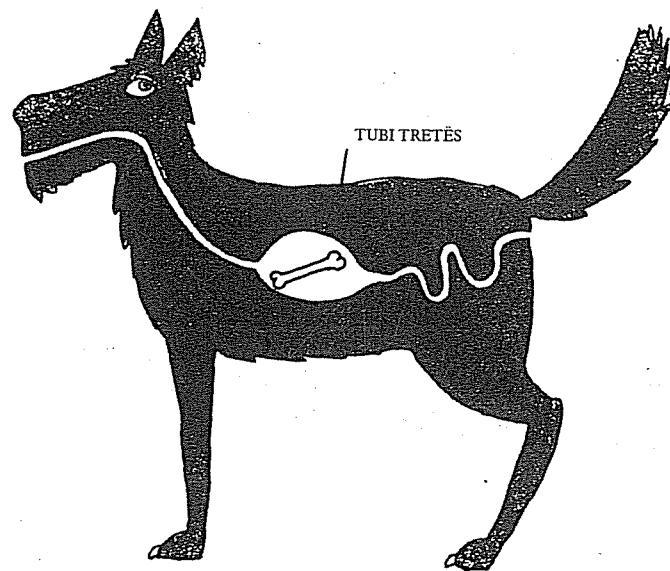


FIG. 10.7.

Pse nuk i konstatojmë ne të gjithë këto përmasa suplementare në qoftë se ato egzistojnë me të vërtetë? Pse shikojmë ne vetëm tre përmasa hapësinore dhe një përmasë kohe? Supozohet se përmasat e tjera janë të përkulura në një hapësirë me madhësi shumë të vogël, rrëth sa e mijta e miliardës e miliardës e miliardës të centimetrit. Eshtë kaq e vogël saqë ne thjesht nuk e shikojmë; ne shikojmë vetem një përmasë të kohës dhe tre përmasa të hapësirës, në të cilat hapësirë-koha është goxha e sheshtë. Eshtë si sipërfaqja e një portokalli: po ta vështronit nga afër, ajo është me gunga dhe me rrudha por po ta shikoni nga larg, parregullsitë nuk dallohen dhe ajo duket e lëmuar. E njëjta gjë ndodh me hapësirë-kohën: Në një shkallë shumë të vogël ajo është dhjetëpërmasore dhe shumë ekurbëzuar, por në shkallë më të madhe ju nuk jeni në gjendje ta shikoni përkuljen ose përmasat suplementare. Në qoftë se ky përshkrim është i saktë, ai nuk paralajmëron gjëra të mira për udhëtarët e mundshëm të hapësirës: përmasat suplementare duhet të janë shumë të vogla për të lejuar një udhëtim nëpër to. Megjithatë kjo ngrë një tjetër problem madhor. Pse vetëm disa dhe jo të gjitha përmasat janë mbledhur në formë buklesh në brendinë e një topi? Supozohet se në fazat më të hershme te gjithësisë, të gjitha përmasat kanë qenë shumë të kurbuara. Pse vetëm një përmasë e kohës dhe tre përmasa të hapësirës janë hapur, ndërsa përmasat e tjera kanë mbetur krejtësisht të përkulura në vetvete?



KAFSHË DY-DIMENSIONALE

FIG. 10.8.

Një përgjigje e mundshme është parimi antropik. Përmasat me dy hapësira duket se nuk janë të mjaftueshme për të lejuar zhvillimin e qenieve të komplikuara siç jemi ne. Për shembull, kafshët dypërmasore që jetojnë në një botë një përmasore do të duhet të kapërcejnë njëra-tjetren në qoftë se duhen t'i dalin përpara njëratjetrës. Në qoftë se një qenie dypërmasore ka diçka që nuk e tret dot krejtësisht, ajo do të duhet t'i kthejë mbrapsht mbeturinat në të njëjtën rrugë nga i gjalltiti ato, po të kishte një rrugë kalimi nëpër trupin e saj, ajo duhet ta ndante qenien në fjalë në dy gjysma të veçanta, të cilat do shkëputeshin nga njëra-tjetra (Fig.10.8). Po ashtu, është vështirë të imagjinosh ekzistencën e qarkullimit të gjakut tek një qenie dydimensionale.

Probleme do të lindnin gjithashtu edhe sikur të kishte më shumë se tre përmasa. Forca e gravitetit ndërmjet dy trupave do të pakësohej me largësinë me shpejtësi më të madhe sesa në rastin me tre përmasat. (në tre përmasat, forca gravitacionale bie me  $1/4$  në qoftë se dyfishohet largësia . Në katër përmasat ajo duhet të bjerë me  $1/8$  , në pesë përmasat me  $1/16$  etj.) Kuptimi i kësaj është se orbitat e planeteve, si Toka,

rreth Diellit duhet të ishin të paqëndrueshme: shmangia më e vogël nga orbita rrethore (si ajo që do të shkaktojë nga tërheqja gravitacionale e planetëve të tjera) do të bënte që Toka me lëvizje spirale t'i largohej Diellit ose të shkonte drejt tij. Ne ose do të ngrinim ose do të karbonizoheshim. Në fakt, si pasojë e kësaj sjelljeje të gravitetit me largësinë në një hapësirë me më shumë se tri përmasa, Dielli nuk do të egzistonte në një gjendje të qëndrueshme, sepse do t'i mungonte ekuilibri ndërmjet presionit dhe gravitetit. Ai ose do të shpërthente ose do të tkurrej për të formuar një vrimë të zezë. Në secilin rast ai nuk do të kishte shumë vlerë si burim nxehësie dhe drite për jetën në Tokë. Në një shkallë më të vogël, forcat elektrike që shkaktojnë rrotullimin e elektroneve rreth bërthamës së një atomi, duhet të sillen në të njëjtën mënyrë sikurse forcat gravitacionale. Kështu elektronet ose do të shkëputeshin nga atomi, ose me lëvizje spirale do të shkonin drejt bërthamës. Në secilin rast, atomet nuk do të ishin ashtu siç i njohim ne.

Duhet të jetë e qartë se jeta të paktën siç e njohim ne, mund të egizstojë vetëm në zonat e hapësirës kohës në të cilat një përmasë e kohës dhe tri përmasa të hapësirës nuk janë shumë të përbledhura në vetvete. Kjo do të thotë se mund t'i drejtohesh parimit antropik të dobët me kusht që të demonstrohet se teoria e kordave lejon të paktën që atje të ketë zona të tillë të gjithësisë - dhe duket se teoria e kordave e bën këtë me efektivitet. Mund të ketë fare mirë zona të tjera të gjithësisë, ose gjithësi të tjera (pavarësisht se ç'kuptim ka kjo), në të cilat të gjitha përmasat janë të përbledhura shumë në vetvete ose në të cilat më shumë se katër përmasa janë pothuaj të sheshta, por në zona të tillë nuk do të egzistonin qenie inteligjente për të vëzhguar numrin e ndryshëm të përmasave efektive.

Duke lënë mënjanë çështjen e numrit të përmasave që hapësirë-koha duket të ketë, teoria e kordave ka akoma shumë probleme të tjera që duhen zgjidhur përpara se ajo të proklamohet si teoria definitive e njësuar e fizikës. Ne akoma nuk e dimë nëse të gjitha pafundësitë asgjësohen në mënyrë reciproke ose në ç'mënyrë korelohen saktësisht valët në korda me llojet e veçanta të grimcave që vëzhgojmë. Të paktën, egizston mundësia që përgjigjet e këtyre pyetjeve të jepen në vitet që vijnë dhe se përpara fundit të shekullit, ne të dimë nëse teoria e kordave me të vërtetë është teoria e njësuar e fizikës që kërkohet prej kaq kohësh.

Por a mund të egizstojë realisht një teori e tillë e njësuar? Apo vetëm jemi duke ndjekur një mirazh? Duket se egizstojnë tri mundësi:

- 1- Egziston realisht një teori krejtësisht e njësuar, të cilën ndonjë ditë do ta zbulojmë në qoftë se do të tregohemi mjaft të zgjuar.
- 2- Nuk egziston një teori definitive e gjithësisë; por vetëm një varg i pafund teorish që përshkruajnë gjithësinë në mënyrë gjithmonë më të saktë.
- 3- Nuk egziston as një teori e gjithësisë; ngjarjet nuk mund të parashikohen përtej një shkalle të caktuar, por ndodhin në mënyrë të rastësishme dhe arbitrale.

Disa do të argumentonin në favor të mundësisë së tretë, duke u bazuar në faktin se po të egzistonte një bashkim i plotë ligjesh, kjo do të shkelte lirinë e Perëndisë për të ndërruar mendje dhe për të ndërhyrë në çështjet e botës. Kjo i ngjan pak paradoksit të vjetër: a mund të krijojë Perëndia një gurë aq të rëndë sa të mos jetë në gjendje të ngrejë vet? Por ideja se Perëndia mund të ketë pasur dëshirë të ndërrojë mendje është një shembull i sofizmit, të venë në dukje nga Shën Augustini, që e përfytyron Perëndinë si një qenie që egziston në kohë. Koha është singularitet vetëm i gjithësisë që ka krijuar Perëndia. Ka të ngjarë që ajo e dinte çfarë do të bënte para se ta krijonte atë!

Me daljen e mekanikës kuantike kemi arritur të kuqtojmë se ngjarjet nuk mund të parashikohen me një saktësi absolute, por gjithmonë mbetet një farë shkalle papërcaktueshmërie. Po të duash, këtë rastësi mund ta konsiderosh si ndërhyrje të Perëndisë, por kjo do të ishte një lloj shumë i çuditshëm ndërhyrjeje: në fakt nuk egzistojnë prova që kjo ndërhyrje të jetë orientuar drejt një qëllimi. Po të ishte me të vërtetë kështu, atëherë nuk do të quhej më e rastit. Në kohën tonë, ne efektivisht e kemi eliminuar mundësinë e tretë, të përmendur më sipër, duke bërë një ripërkufizim të objektivit të shkencës: objektivi ynë është që të formulojmë një bashkësi ligjesh që të na mundësojnë parashikimin e ngjarjeve deri në kufijtë e vendosur nga parimi i papërcaktueshmërisë.

Mundësia e dytë, ajo që thotë se egziston një varg i pafund teorish gjithmonë më të perfeksionuara përputhet me eksperiencën tonë. Në shumë raste ne e kemi rritur ndjeshmérinë e matjeve ose kemi bërë një klasë të re vëzhgimesh vetëm për të zbuluar fenomene te reja, që nuk ishin parashikuar nga teoria egizstuese, dhe duke u bazuar në këto zbulime, kemi zhvilluar një teori më të përparuar. Prandaj, nuk duhet të jemi shumë të habitur nëse gjenerata e sotme e teorive të

mëdha të njësuara ka qenë e gabuar kur pretendonte se nuk do të ndodhë më asgjë esenciale ndërmjet energjisë së njësimit të forcave të dobëta prej rrëth 100 GeV dhe energjisë së njësimit të madh prej rrëth një milion miliard GeV. Në fakt në presim të gjëjme nivele të reja dhe të ndryshme strukture më themelore se kuarket dhe elektronet që sot i konsiderojmë si grimca "elementare".

Megjithatë duket se graviteti mund t'i përcaktojë një kufi kësaj serije kuti brenda kutive. Po të kishte një grimcë me një energji më të lartë se ajo që quhet energjia e Planck-ut, dhjetë miliardë miliard GeV (një me nentembetdhjete zero), masa e saj do duhet të ishte aq e koncentruar saqë ajo do të izolohej nga pjesa tjetër e gjithësisë dhe do të formonte një vrimë të zezë të vogël. Pra, duket se vargu i teorive gjithmonë më të perfektionuara do duhej të kishte një kufi gjatë kalimit drejt energjive gjithmonë e më të larta, kështu që duhet të egizstojë një lloj teorie definitive e gjithësisë. Sigurisht, energjia e Planck-ut është shumë larg nga enegjitetë prej rrëth njëqind GeV, që përbëjnë sasinë më të madhe që ne mund të prodhojmë sot në laboratoret tona. Ne nuk do të arrijmë që ta mbushim këtë boshllëk me akseleratorët e grimcave në të ardhmen e parashikueshuar. Stadet fare të hershme të gjithësisë, megjithatë përbëjnë një arenë ku energji të tillë duhet të janë prodhuar. Unë mendoj se ka shumë të ngjarë që studimi i gjithësisë të hershme dhe kërkosat më llogjike matematike, mund të na çojnë në një teori plotësisht të njësuar kur akoma ndokush nga ne do të jetë i gjallë, gjithmonë duke supozuar se deri atëherë nuk do ta kemi hedhur në erë planetin tonë.

Çfarë rëndësie do të kishte sikur ne të zbulonim me të vërtetë teorinë definitive te gjithësisë? Sikurse shpjeguam në kapitullin 1, ne kurrë nuk do të janë krejt të sigurtë se kemi gjetur në fakt teorinë e saktë, përderisa teorite nuk mund të provohen. Por në qoftë se teoria është korrekte nga ana matematike dhe bën parashikime që gjithmonë përpunen me vëzhgimet, ne do të kishim arsyë të besonim se ajo është e drejtë. Kjo do të shënonë epilogun e një kapitulli të gjatë dhe të lavdishëm në historinë e luftës intelektuale te njerezimit për të kuptuar gjithësinë. Por kjo do të revolucionarizonte gjithashtu njohuritë e njeriut të thjeshtë mbi ligjet që drejtojnë gjithësinë. Në kohën e Newton-it një njeri i ditur mund të kapte, të paktën në vija të përgjithshme, tërësinë e njohurive njerëzore. Por prej asaj kohe,

ritmi i zhvillimit të shkencës e ka bërë këtë të pamundur. Meqenëse teoritë gjithmonë janë ndryshuar si pasojë e vëzhgimeve të reja, ato kurrë nuk janë asimiluar krejtësisht ose nuk janë thjeshtuar në mënyrë që njeriu i zakonshëm t'i kuptojë këto. Duhet të jesh specialist, madje edhe atëherë, vetëm mund të shpresosh se ke kapur një pjesë të vogël të teorive shkencore. Përveç kësaj, ritmi i zhvillimit është aq i shpejtë saqë ajo që mëson në shkollë ose universitet, gjithmonë do të jetë pak e vjetëruar. Vetëm disa njerëz mund ta mbajnë veten në kufirin, gjithmonë të lëvizshëm të dijes, t'i kushtojnë kësaj gjithë kohën e tyre dhe të specializohen në një fushë të ngushtë. Pjesa tjetër e popullsisë ka pak njoburi mbi përparimet që po bëhen ose pér emocionet që ato shkaktojnë. Shtatëdhjetë vjet më parë, po të besojmë Eddington-in, vetëm dy njerëz e kuptonin teorinë e përgjithshme të relativitetit. Në ditët tona janë me dhjetra dhe me mijra të diplomuar të universiteteve që e kuptojnë dhe disa milion njerëz janë të paktën pak a shumë të familjarizuar me këtë ide. Po të zbulohet një teori plotësisht e njësuar, do të ishte vetëm çështje kohe përpëra se ajo të asimilohej dhe të thjeshtohej në të njëtin mënyrë dhe të mësohej në shkolla, të paktën në vija të prëgjithshme. Atëherë ne të gjithë do të kemi një farë njoburie mbi ligjet që drejtojnë gjithësinë dhe të cilëve ia detyrojmë egzistencën tonë.

Edhe sikur ne të zbulojmë një teori plotësisht të njësuar, kjo nuk do të thotë se duhet të parashikojmë ngjarjet në pér gjithësi, dhe kjo pér dy arsy. Së pari, është kufizimi që krijon mbi aftësitë tona parashikuese, parimi i papërcaktueshmërisë i mekanikës kuantike. Eshtë e pamundur ta evitojmë atë. Në praktikë megjithatë, ky kufizim i parë është më pak restriktiv se i dyti. Kufizimi i dytë lidhet me faktin se ne nuk mund t'i zgjidhim me saktësi ekuacionet e teorisë, me përashtim të rasteve shumë të thjeshta. (Ne madje nuk mund të zgjidhim me saktësi lëvizjen e tre trupave në teorinë gravitetit të Newton-it, dhe vështirësia rritet me numrin e trupave dhe me kompleksitetin e teorisë). Ne tashmë i njobim ligjet që drejtojnë sjelljen e materies në të gjithë rrëthanat, me përashtim të atyre më ekstreme. Në mënyrë të veçantë ne njobim ligjet themelore që qëndrojnë në bazë të kimisë dhe biologjisë. Prap se prap ne me siguri nuk i kemi reduktuar këto subjekte në statusin e problemeve të zgjidhura; deri tani ne kemi pasur pak sukses në parashikimin e sjelljes njerëzore, duke u nisur nga ekuacionet matematike. Kështu, edhe sikur të gjjmë një tërësi ligjesh themelore, gjithmonë do të ketë,

gjatë viteve që vijnë, një preokupim intelektual për të përpunuar metoda më të mira përafrimi, në mënyrë që të jemi në gjendje të bëjmë parashikime të drejta mbi pasojat e mundshme të situatave komplekse dhe reale. Një teori e njësuar e plotë dhe koherente përbën vetëm hapin e parë: objektivi ynë është që të kuptojmë plotësisht ngjarjet rrëth nesh, si dhe vetekzistencën tonë.

# 11

## KONKLUZION

Ne jetojmë në një botë të habitshme. Ne duam t'i japim një kuptim asaj që shikojmë rrëth nesh dhe të bëjmë pyetjet: Cila është natyra e gjithësisë? Ç'vend zëmë ne në të dhe nga vijmë - gjithësia dhe ne? Pse gjithësia është i tillë?

Duke dashur t'i përgjigjemi këtyre pyetjeve ne adoptojmë ndonjë "tablo" të botës. Pikërisht siç është një pirg i pafund breshkash që mban Tokën e sheshtë, një tablo e tillë është edhe teoria e superkordave. Të dyja janë teori të gjithësisë, megjithëse e dyta është më matematike dhe më e saktë se e para. Të dy teorive u mungojnë të dhënat vëzhgimore: askush nuk ka parë ndonjëherë një breshkë gjigante që të mbajë Tokën mbi shpinë, por nga ana tjetër askush nuk ka parë gjithashtu një superkordë. Megjithatë, teoria e breshkës nuk mund të jetë një teori e mirë shkencore, sepse ajo parashikon që njerëzit do duhet të jenë në gjendje që të bien përtej anës se botës. Një gjë e tillë nuk është vërtetuar nga eksperiencia, megjithëse kjo ndoshta do të shpjegonte zhdukjen e njerëzve në trekëndëshin e Bermuda-s!

Përpjekjet më të hershme teorike për të përshkruar dhe shpjeguar gjithësinë, përfshinin idenë se ngjarjet dhe fenomenet natyrore kontrolloheshin nga shpirrat me emocione njerezore që vepronin

në mënyrë shumë humane dhe të paparashikuar. Këto shpirtra popullonin objekte natyrore si p.sh. lumenjtë dhe malet, duke përfshirë trupat qellore si Dielli dhe Hëna. Ato duheshin zbutur dhe favoret e tyre kërkoheshin për të siguruar bollëkun e Tokës dhe ndrimin e stinëve. Pak nga pak, megjithatë, njeriu duhet të ketë vënë re se egzistonte një arë rregullsie: Dielli gjithmonë lindte në lindje dhe perëndonte në perëndim, pavarësisht nëse sakrifikohesh diçka për Perëndinë e Diellit. Përveç kesaj, dielli, Hëna dhe planetet ndiqnin trajktore të sakta në quell, të cilat mund të parashikoheshin me një përpikmëri të konsiderueshme. Dielli dhe Hëna akoma konsideroheshin si perëndi, por ato ishin perëndi që i bindeshin ligjeve, në dukje pa as një përjashtim, do të përjashtojmë gojëdhënët si ajo e Diellit që ndaloj përJoshuanë.

Në fillim këto rregullsi dhe ligje ishin të qarta vetëm në astronomi dhe në disa situata të tjera. Megjithatë, me zhvillimin e qytetërimit, dhe veçanërisht në 300 vitet e fundit, u zbuluan gjithmonë më shumë rregullsi dhe ligje. Suksesi i këtyre ligjeve e nxiti Laplasin në fillim të shekullit të nëntëmbëdhjetë të propozoj determinizmin shkencor, d.m.th., ai sugjeroi se duhet të gjendet një bashkim ligjesh që të përcaktojnë me saktësi evolucionin e gjithësisë, duke u nisur nga konfiguracioni i tij në një çast të caktuar.

Determinizmi i Laplace-it nuk ishte i plotë në dy aspekte. Ai nuk tregonte sesi mund të zgjidheshin ligjet dhe nuk specifikonte konfiguracionin fillestar të gjithësisë. Këto gjëra ai ja linte Perëndisë. I përkiste Perëndisë të zgjidhte se në ç'mënyrë duhej të fillonte gjithësia dhe cilave ligje ajo do t'u nënshtrohej, por ajo nuk ndërhynte më në punët e gjithësisë mbasi ajo të kishte filluar egzistencën e saj. Në fakt Perëndia ishte kufizuar në zona që shkenca shekullit të nëntëmbëdhjetë nuk i kuptonte dot.

Ne sot e dimë se shpresat e Laplace-it për determinizmin nuk janë të realizueshme, të paktën në drejtimin që ai mendonte. Parimi i papërcaktueshmërisë i mekanikës kuantike kërkon që disa cifte madhësish, siç është vendndodhja dhe shpejtësia e një grimce, të mos parashikohen dot me përpikmëri të plotë.

Mekanika kuantike merret me këtë situatë nëpërmjet një klase teorish kuantike në të cilat grimcat nuk kanë vendndodhje dhe shpejtësi të përcaktuara mirë por përfaqësohen me një valë. Këto teori kuantike janë deterministike në kuptimin se ato përbajnjë ligje që

përcaktojnë evolucionin e valës me kohën. Kështu, po të njihet vala në një kohë të dhënë, ajo mund të llogaritet për çdo kohë tjetër. Elementi i paparashikuar i rastit, ndërhyr vetëm kur mundohem i ta interpretojmë valën nëpërmjet vendndodhjeve dhe shpejtësive të grimcave. Por ka të ngjarë që të jetë gabimi ynë: ndoshta nuk egzistonjë pozicione as shpejtësi të grimcave, por vetëm valë. Eshtë e natyrshme që ne të mundohem i t'i përputhim valët me idetë tonë të paracaktuara mbi pozicionet dhe shpejtesitë. Vështirësitë që lindin përbëjnë shkakun e paparashikueshmërisë së dukshme.

Në fakt, ne kemi ripërkufizuar qëllimin e shkencës si zbulim të ligjeve që do të na bëjnë të aftë të parashikojmë ngjarjet brenda kufijve të vendosur nga parimi i papercaktueshmërisë. Megjithatë një problem mbetet: si ose pse u zgjodhën ligjet dhe gjendja filletare e gjithësisë?

Në këtë libër unë jam përqendruar në mënyrë të veçantë tek ligjet që drejtojnë gravitetin, sepse është graviteti ai që i jep formë strukturës në shkallë të gjerë të gjithësisë, edhe pse ai përbën forcën më të dobët nga të katër kategoritë e forcave. Ligjet e gravitetit ishin të papajtueshme me pikëpamjen që akoma pranohej deri para pak kohësh, se gjithësia nuk ndryshon me kohën: fakti që graviteti është gjithmonë têrheqes kërkoi që gjithësia të jetë ose në zgjerim ose në tkurrje. Sipas teorisë së përgjithshme të relativitetit në të kaluarën duhet të ketë egzistuar një gjendje me dendësi të pafund, big-bengu, i cili duhet të ketë qenë fillimi efektiv i kohës. Në të njëjtën mënyrë në qoftë se e gjithë gjithësia do të ritkurrej, në të ardhmen do të kishte një gjendje tjetër me dendësi të pafund, *big crunch-i*, që do të përfaqëson fundin e kohës. Edhe sikur e tërë gjithësia të mos ritkurrej, do të kishte singularitet në zona te lokalizuara që do të tkurreshin për të formuar vrima të zeza. Këto singularitetë do të përbën fundin e kohës për cilindo që do të binte në vrimën e zezë. Në big-bengun dhe në të gjitha singularitetë të tjera të gjitha ligjet do të shkeleshin në mënyrë të tillë që Perëndia përsëri do të kishte liri të plotë të zgjidhte çfarë do ndodhë dhe si filloj gjithësia.

Kur kombinojmë mekanikën kuantike me relativitetin e përgjithshëm, duket se shfaqet një mundësi e re që nuk egzistonte më parë: se hapësira dhe koha mund të formojnë së bashku një hapësirë të kufizuar, katërpërmasore, pa singularitet ose kufi, e ngjashme me sipërfaqen e Tokës por me më shumë përmasa. Duket se kjo ide mund të shpjegojë shumë nga karakteristikat e vëzhguara

të gjithësisë, si për shembull uniformitetin e saj në shkallë të gjerë si dhe deviacionet e homogjenitetit në shkallë më të vogël, siç janë galaktikat, yjet, madje edhe qeniet njerëzore. Ajo mund të shpjegonte edhe shigjetën e kohës që ne vëzhgojmë. Por në qoftë se gjithësia pa singularitet ose kufij dhe i pëershruar plotësisht nga një teori e njësuar, kjo ka pasoja të thella mbi rolin e Perëndisë si Krijuese.

Një herë Einstein-i shtroi pyetjen : "A kishte shumë variante Perëndia kur krijoj gjithësinë?" Në qoftë se propozimi pa kufi është i saktë, ai nuk kishte as një lloj lirie për të zgjedhur kushtet fillestare. - Sigurisht, ai akoma duhet të ketë pasur liri për të zgjedhur ligjet të cilëve gjithësia u bindet. Megjithatë, kjo mund të mos përfaqësojë një gamë të madhe mundësish; shumë mirë mund të ketë pasur një, ose një numër të vogël teorish plotësisht të njësuar, siç është teoria e kordës heterotike, që janë koherente dhe që lejojnë egzistencën e strukturave aq komplekse sikurse janë qeniet njerëzore që mund të studiojnë ligjet e gjithësisë dhe të bëjnë pyetje rreth natyrës së Perëndisë.

Edhe sikur të egzistojë një teori e vetme e njësuar, ajo do të jetë vetëm një bashkësi rregullash dhe ekuacionesh. Çfarë i gjallëron këto ekuacione dhe krijon një gjithësi që mund të pëershruhet prej tyre? Qëndrimi i zakonshëm i shkencës për të ndërtuar një model matematik nuk mund t'i përgjigjet pyetjeve pse duhet të ketë një unviers të pëershkrueshëm nga ai model. Pse gjithësia merr mundimin që të egzistojë? Eshtë teoria e njësuar aq përcakuese sa të justifikojë egzistencën e vet gjithësisë? Apo ka nevojë për një Krijues dhe nëse është kështu, ka ai ndonjë efekt tjetër mbi gjithësinë? Dhe kush e krijoj Krijuesin?

Deri sot, pjesa më e madhe e shkencetarëve kanë qenë shumë të zënë me zhvillimin e teorive të reja që pëershruajnë "çfarë" është gjithësia, për të bërë pyetjen "pse"? Nga ana tjetër, njerëzit që e kanë për detyrë të pyesin "pse", filozofët, nuk kanë qenë të aftë të ndjekin zhvillimin e teorive shkencore. Në shekullin e tetëmbëdhjetë, filozofët, të gjithë dijen njerëzore, duke përfshirë edhe shkencën, e konsideronin si fushë të kompetencës së tyre dhe diskutonin probleme si: A ka pasur fillim gjithësia? Megjithatë në shekullin e nëntëmbëdhjetë dhe të njëzetë, shkenca u bë shumë teknike dhe matematike për filozofët, ose për cilindo tjetër me përashtim të disa specialistëve. Filozofët e ngushtuan aq shumë fushën e kërkimeve të

tyre saqë Wittgenstein, filozofi më i madh i shekullit tonë ka thënë: "e vetmja detyrë që i mbetet filozofisë është që të analizoj gjuhën". Çfarë rëniet nga tradita e madhe e filozofisë që prej Aristotelit tek Kanti!

Megjithatë në qoftë se zhvillojmë një teori të plotë, një ditë ajo duhet të jetë e kuptueshme në parimet e saj të përgjithshme nga publiku i gjerë dhe jo vetem nga një grup i vogël shkencëtarësh. Atëherë, të gjithë ne, filozofë, shkencetarë madje edhe njerëzit e thejshtë do të jemi në gjendje të marrin pjesë në diskutimin e problemit: pse ne dhe gjithësia egzistojmë? Në qoftë se e gjejmë përgjigjen e kësaj pyetjeje, ky do të jetë triumfi përfundimtar i arsyes njerëzore: atëherë ne do të kuptojmë se çfarë mendon Perëndia.

---

## ALBERT ANJSHTAJN

---

Marrëdhëniet e Einstein-it me aspektet politike të bombës atomike janë të njoitura mirë: ai ka nënshkruar letrën e famshme për Presidentin Franklin Roosevelt që bindi Shtetet e Bashkuara të angazhohen seriozisht në këtë rrugë pastaj ai militoi gjatë përpjekjeve të mbasluftës pér të parandaluar luftën atomike. Por këto nuk ishin vetëm veprime të izoluara të një shkencëtarit të përfshirë në botën e politikës. Jeta e Einstein-it në fakt, duke përdorur fjalët e tij “është ndarë ndërmjet politikës dhe ekuacioneve”.

Aktiviteti më i hershëm politik i Einstein-it filloi gjatë Luftës së Parë Botërore në kohën kur ishte profesor në Berlin. I tronditurr nga humbja e jetës së njerëzve ai mori pjesë në demonstrata kundër luftës. Mbështetja ndaj protestës publike dhe inkurajimi i të rinjve pér të refuzuar rekrutimin nuk u prit mirë nga kolegët e tij. Pastaj, mbas luftës, Einstein-i i drejtoi përpjekjet drejt pajtimit dhe përmirësimit të marrëdhënieve ndërkombëtare. Edhe ky qëndrim nuk ia shtoi popullaritetin dhe shpejt qëndrimi i tij politik i hoqi mundësinë pér të vizituar Shtetet e Bashkuara madje edhe pér të mbajtur leksione.

Kauza e dytë e madhe e Einstein-it ishte sionismi. Megjithëse ai ishte me prejardhje hebraike, Einstein-i nuk e pranonte idenë biblike të Perëndisë. Megjithatë, rritja në Europë e ndjenjave

antisemite, si para ashtu edhe gjatë Luftës së Parë Botërore, gradualisht e bën atë që të identifikohej me komunitetin hebraik dhe më vonë një mbështetës të hapur të sionizmit. Edhe kësaj rradhe, mungesa e popullaritetit nuk e pengoi që të shprehte mendimet e tij. Teoritë e tij u sulmuau, madje u krijuau një organizatë anti-Einstein. Një person u akuzua se nxiste të tjerët pér të vrarë Einstein-in (dhe u gjobit vetëm me gjashëtë dollarë). Por Einstein-i ishte flegmatik. Kur u botua një libër me titullin "100 Autorë kundër Einstein-it", ai u përgjigj: "Po të isha i gabuar, atëherë, një i vetëm do të mjaftonte."

Në vitin 1933, erdhë në pushtet Hitleri. Einstein-i ishte në Amerikë dhe deklaroi se nuk do të kthehet në Gjermani. Pastaj, ndërsa nazistët i bastisnim shtëpinë dhe i konfiskonin llogarinë në bankë, një e përditshme Berlineze doli me titullin :"Lajme të Mira nga Einstein-i: Ai Nuk Kthehet Më". Si pasojë e kërcënimit nazist, Einstein-i hoqi dorë nga pacifizmi i tij, dhe së fundi duke patur frikë se shkencetarët gjermanë mund ta ndërtonin bombën atomike, propozoi që Shtetet e Bashkuara të krijonin bombën e tyre. Por, përpëra se të shpërtente bomba e parë atomike ai bëri një paralajmërim publik mbi rreziqet e luftës bërthamore dhe propozoi një kontroll ndërkombëtar mbi armatimin bërthamore.

Gjatë gjithë jetës së tij, përpjekjet e Einstein-it pér paqen nuk i sollën atij ndonjë gjë të madhe - dhe me siguri pak miq. Mbështetja e tij e zhurmshme pér kauzën sioniste, megjithatë, u shpërblye në vitin 1952 kur atij ju propozua posti i Presidentit të Izraelit. Ai e refuzoi duke thënë se ishte shumë naiv në politikë. Por ndoshta arsyaja e vërtetë ishte një tjetër, e citojmë përsëri atë: "Ekuacionet janë më të rëndësishme pér mua, sepse politika i përket të sotmes, ndërsa një ekuacion është diçka që i përket përfjetësisë".

---

## GALILEO GALILEI

---

Galileos, ndoshta më shumë se çdo njeriu tjetër të vetëm ishte i dedikohet shekncës moderne. Konflikti i tij i rinjohur me Kishën Katolike ishte në qendër të filozofisë së tij. Sepse ai qe një nga të parët që treogoi se njeriu mund të shpresojë të kuptojë sesi funksionon bota dhe përveç kësaj, se këtë mund ta bënte duke vëzhguar bëton reale.

Galileo besonte në teorinë e Kopernikut (planetet rrrotullohen rreth Diellit) prej shumë kohësh , por vetëm mbasi ai gjeti provën e nevojshme në mbështetje të kësaj ideje, ai vendosi që ta mbronte publikisht. Ai e bëri këtë duke shkruar në gjuhën italiane (dhe jo në Latinishten akademike siç ishte zakoni) dhe shpejt pikëpamja e tij u mbrojt gjeresisht jashte gjithësisë eteve. Kjo i zemëroi shumë profesorët Aristotelianë që u bashkuan kundër tij me shpresë se do ta bindnin Kishën Katolike që të ndalonte doktrinën e Kopernikut.

Galileo, i shqetësuar nga kjo gjë, shkoi në Romë për të diskutuar me autoritetet kishtare. Ai u argumentoi atyre se Bibla nuk ka qëllim të flas për teoritë shkencore, dhe se zakonisht pranohej se atje ku Bibla binte në konflikt me arsyen e shëndoshë, kjo ishte vetëm

alegorike. Por kisha frikësohej nga ndonjë skandal që mund të minonte luftën e saj kundër Protestantizmit dhe prandaj mori masa represive. Ajo, në vitin 1916, e deklaroi doktrinën e Kopernikut "false dhe të gabuar" dhe urdhëroi Galileon që kurrë të mos e "mbrojë ose ta mbështesi". Galileo pranoi.

Në vitin 1632 një mik i vjetër i Galileos u bë Papë. Menjëherë, Galileo kërkoi që ta revokonte dekretin e 1616-ës. Ai dështoi por arriti të merrte autorizimin për të shkruar një libër ku diskutoheshin teoritë e Aristotelit dhe të Kopernikut, por me dy kushte: ai nuk do të merrte anën e ndonjërit prej tyre, dhe duhej të arrinte në konkluzionin se njeriu në asnjë rast nuk mund të përcaktojë se në ç'mënyrë funksionon bota sepse Perëndia mund të provokonte të njëjtat efekte me mjete të paimagjinueshme nga njeriu i cili nuk duhet t'i lejojë asnijë kufizim plotfuqishmërisë së Perëndisë.

Libri, "Dialog mbi dy Sistemet Kryesore të Botës", u kompletua dhe u publikua ne vitin 1632, me mbështetjen e plotë të censorëve - dhe u përshëndet menjëherë në të gjithë Evropën si një kryevepër letrare dhe filozofike. Pa kaluar shumë kohë, Papa duke e kuptuar se njerëzit po e konsideronin librin si një argument bindës në favor të doktrinës së Kopernikut, u pendua që e lejoi publikimin e tij. Papa pretendoi se edhe pse libri kishte marrë bekimin zyrtar të censorëve, Galileo kishte shkelur dekretin e 1616-ës. Ai e dërgoi Galileon përpara Inkuzacionit, që e dënoi me arrest shtëpie për gjithë jetën dhe e urdhëro të hiqte dore publikisht nga doktrina e tij. Për herë të dytë Galileo pranoi.

Galileo mbeti një katolik besnik, por besimi i tij në pavarësinë e shkencës nuk u lëkund. Katër vjet përpara vdekjes së tij në vitin 1642, kur akoma ishte në arrest shtëpie, dorëshkrimi i librit të tij të dytë madhor kaloi fshehtas tek një botues në Hollandë. Ishte kjo vepër që mban titullin "Dy Shkenca të Reja", madje më tepër se mbështetja për Kopernikun, që shënoi lindjen e fizikës moderne.

---

## ISAAC NEWTON

---

Isaac Newton-i nuk ishte njeri i këndshëm. Marrëdhëniet e tij me akademikët e tjerë janë të njoitura dhe mund të themi se pjesa më e madhe e jetës së tij u karakterizua nga debate të ashpra. Mbas botimit të *Principia Mathematica* - pa dyshim vepra më e rëndësishme që ishte shkruar ndonjëherë në fizikë, - Newton-i, me të shpejtë u bë shumë i njojur në opinionin publik. Ai u emërua president i Royal Society dhe gjithashtu qe shkencëtar i parë që u bë kavalier.

Newton-i u përplas shpejt me Astronomin e oborrit mbretëror, John Flamsteed, i cili më parë e kishte furnizuar Newton-in me të dhëna të rëndësishme për *Principia-n*, por që tanë refuzoi të jepte informatat për të cilat ai kishte nevojë. Newton-i nuk e pranonte jo-në si përgjigje; ai ishte vetemëruar anëtar i Këshillit të administratës të Royal Observatory dhe u përpoq të realizonte botimin e menjëherëshëm të të dhënavë që dëshironte. Më në fund ia arriti qëllimit që veprat e Flamsteed-it të përvetësoheshin e të përgatiteshin për botim nga armiku për vdekje i Flamsteed-it, Edmond Halley. Por Flamsteed-i e coi çështjen në gjykatë dhe pothuaj në kohë mundi të fitojë të drejtën për të penguar shpërndaçjen e veprës së vjedhur. Newton-i i irituar, u hakmorr duke hequr sistematikisht të gjitha referencat për Flamsteed-in në botimet e mëvonshme të *Principias*.

Një debat më serioz ishte ai me filozofin gjerman Gottfried Leibnitz. Si Leibnitz-i ashtu dhe Newton-i kishin zhvilluar në mënyrë të pavarur një degë të matematikës, njehsimin diferencial, që qëndronte në bazë të pjesës më të madhe të fizikës moderne. Megjithëse ne sot e dimë se Newton-i e zhvilloi njesimin diferencial disa vjet para Leibnitz-it, ai e publikoi punimin e tij shumë më vonë! Lindi një grindje e madhe se kush ishte i pari, grindje ku morrën pjesë shkencetarët që mbrohin me forcë të dy pretenduesit. Por meriton të theksohet se pjesa më e madhe e artikujve që u shkruajtën në mbrojtje të Newton-it kanë qenë shkruar nga vetë ai dhe u botuan me emrin e miqve të tij! Me rritjen e debatit, Leibnitz-i bëri gabimin që t'i drejtohet Royal Society-s për ta zgjidhur atë. Newton-i, duke qenë president i Royal Society, caktoi për ta shqyrtuar këtë çështje një komitet të paanëshëm që në këtë rast ishte përbërë i gjithë nga miqtë e tij! Por kjo nuk mjaftoi :ishte vet Newton-i ai që shkroi raportin e komitetit dhe që e botoi nga Royal Society, duke akuzuar Leibnitz-in, në mënyrë zyrtare, për plagjaturë. Akoma i pakënaqur i bëri raportit një recension anonim, duke e botuar në periodikun e Royal Society. Flitet se mbas vdekjes së Leibnitz-it, Newton-i ka deklaruar se: "kishte ndjerë një kënaqësi të madhe duke i thyer zemrën Leibnitz-it"!

Gjatë kohës së këtyre dy debateve, Newton-i tashmë e kishte lënë Cambridge-in dhe botën akademike. Ai u aktivizua në politikën antikatolike në Cambridge, më vonë në Parliament dhe së fundi u shpërblye me detyrën fitimprurëse të Guvernatorit të thesarit Mbretëror. Në këtë funksion përdori të gjitha aftësitë e tij për dredhi dhe sarkazëm në një mënyrë më të pranueshme nga ana shoqërore, duke drejtuar me sukses një fushatë të madhe kundër falsifikatorëve, gjatë së cilës dërgoi shumë njerëz të vdisnin në trekëndësh.

---

## FJALORTH TERMASH

---

**antigrimcë:** qdo llojë grimcë materije ka një antigrimcë koresponduese. Kur një grimcë pérplaset me antigrimcën e saj ato asgjesohen duke lënë vetëm energji (faqe 68).

**atom:** njësija bazë e materies së zakonshme, e përbërë nga një bërthamë e vogël (që përbëhet nga protonet dhe neutronet) e rrrethuar nga elektronet orbitues (faqe 59)

**big-beng:** Singulgariteti në fillimin e gjithësisë (faqe 46)

**bërthama:** pjesa qendrore e një atomi e përbërë vetëm nga protonet dhe neutronet, që mbahen së bashku nga forca të fuqishme bërthamore.

**dualiteti valë-grimcë:** koncept në mekanikën kuantike se nuk ka dallim ndërmjet valëve dhe grimcave; nganjëherë grimcat mund të sillen si valë, dhe valët si grimca (faqe 56)

**elektron:** grimcë me ngarkesë elektrike negative që rrotullohet rrreth bërthamës së atomit.

**energjia elektro e dobët e njësimit:** energjia (rrreth 100 GeV) mbi të cilën zhdukjet dallimi ndërmjet forcës elektromagnetike dhe forcës së dobët (faqe 72).

**energjia e njësimit të madh:** energjia mbi të cilën, besohet se forca elektromagnetike, forca e dobët dhe forca e fortë bëhen të padallueshme nga njëra-tjetra (faqe 74)

**fazë:** për një valë, pozicioni në ciklin e saj, në një çast të dhënë; përcaktimi i fazës lejon të kuptosh ne se ajo ndodhet në pozitën me kulmore në pjesën më të thelluar ose në një pikë çfarëdo të ndërmjetëme.

**forcë elektromanjetike:** forca që lind ndërmjet dy grimcave me ngarkesë elektrike, e dyta për nga intensiteti nga të katër forcat themelore (faqe 70)

**forcë e dobët:** forca e dytë më e dobët nga të katër forcat themelore, me një rreze veprimi shumë të shkurtër. Vepron mbi të gjitha grimcat e materies, por jo mbi grimcat që janë forcë-bartëse (faqe 71)

**forcë e fortë:** më e forta nga të katër forcat themelore, që ka edhe rreze veprimi më të vogël. Ajo mban se bashku kuarket brenda protoneve dhe të neutroneve dhe mban së bashku protonet dhe neutronet për të formuar atomet (faqe 72)

**foton:** një kuant drite

**frekuencë:** për një valë, numri i lëkundjeve të plota për sekondë.

**fushë:** diçka që egziston gjatë hapësirës dhe kohës, në ndryshim nga një grimcë që egziston vetëm në një pikë dhe një çast të dhënë.

**fusha magnetike:** fusha përgjegjëse për forcat magnetike, tanë e përfshirë së bashku me fushën elektrike në fushën elektromagnetike.

**Grimca elementare:** grimcë që besohet se nuk mund të ndahet më tutje.

**grimca virtuale:** në mekanikën kuantike, një grimcë që nuk mund të zbulohet kurrë drejtërsëdrejti, por egzistenca e së cilës ka efekte të matshme (faqe 69)

**gjatësi vale:** për një valë, largësia ndërmjet dy kreshtave ose dy fundosjeve fqinje(faqe 4)

**gjendje qëndrueshme:** gjendje që nuk ndryshon me kohën: një sferë që rrrotullohet me një shpejtësi konstante është qëndrueshme sepse ajo duket një llojë në çdo çast, edhe pse ajo nuk është statike.

**geodezike:** rruga më e shkurtër (ose më e gjatë) ndërmjet dy pikave (faqe 29).

**hapësirë-kohë:** hapësira katër përmasore pikat e të cilës janë ngjarje (faqe 24)

**horizonti i ngjarjes:** kufiri i një vrime të zezë(faqe 89)

**koha imaginare:** koha që matet duke përdorur numrat imaginare (faqe 134).

**koni i dritës:** sipërfaqe në hapësirë-kohë që përkufizon drejtimet e mundshme të rrezeve të dritës që kalojnë nëpër një ngjarje të caktuar (faqe 25).

**Konstantja kosmologjike:** njësi matematike i përdorur nga Ansjtajni për t'i dhënë hapësirë-kohës një tendencë të brendshme për t'u zgjeruar (faqe 40)

**koordinatat:** numrat që specifikojnë pozicionin e një pike në hapësirë dhe kohë (faqe 23).

**kosmologji:** studimi i gjithësisë në tërësinë e saj.

**kufiri i Chandrasekhar:** masa më e madhe e mundshme e një ylli të ftohtë,

mbi të cilin ai duhet të tkurret në vetvete duke formuar një vrimë të zezë (faqe 83-84).

**kushti pa kufi:** ideja se gjithësia është e fundme, por nuk ka kufi (në kohën imagjinare) (faqe 136).

**Masa:** sasia e materies në një trup; inercia e saj, ose rezistenca ndaj nxititimit.

**mekanika kuantike:** teoria e përpunuar nga parimi kuantik i Planck-ut dhe nga parimi i papërcaktueshmërisë të Heisenbergut (kap.IV)

**ngarkesë elektrike:** veçoria e një grimce për t'i shtyrë (ose tërhequr) grimcat e tjera që kanë ngarkesë, të njëjtë (ose të kundërt).

**Ngjarje:** pikë në hapësirë kohë që përcaktohet nga koha dhe pozita e saj (faqe 23)

**neutrino:** një grimcë elementare jashtëzakonisht e lehtë (ndoshta pa masë) që ndikohet vetëm nga forca e dobët dhe graviteti.

**neutron:** një grimcë pa ngarkesë shumë i njashëm me protonin që përbën pothuaj gjysmën e grimave të shumicës së atomeve (faqe 64).

**nxitim:** ritmi në të cilin ndryshon shpejtësija e një objekti

**parimi antropik:** ne e shikojmë gjithësinë ashtu siç është sepse po të ishte ndryshe, ne nuk do të ishim këtu për ta vëzhguar atë (faqe 123-124).

**parimi i përjashtimit:** dy grimca identike me spin 1/2 nuk mund të kenë (brenda kufijve të caktuara nga parimi i papërcaktueshmërisë) të njëjtin pozicion dhe të njëjtën shpejtësi (faqe 67)

**parimi kuantik i Planck-ut:** ideja se drita (ose çdo valë tjetër klasike) mund të rrezatohet ose të përthiritet vetëm me sasi diskrete kuantesh, energjia e të cilave është në përpjestim të drejtë me frekuencën e tyre (faqe 54).

**përpjestim:** "X është në perpjestim të drejtë me Y" do të thotë se kur Y shumëzohet me një numër, atëherë e njëjtë gjë ndodh edhe me X. "X është në përpjestim të zhdrojtë me Y" do të thotë se kur Y shumëzohet me një numër çfarëdo, X pjestohet me atë numër.

**pozitron:** antigrimca (me ngarkesë pozitive) e elektronit.

**proton:** grimca me ngarkesë pozitive që përbën pak a shumë gjysmën e grimave në bërthamën e shumicës së atomeve (faqe 64).

**parimi i papërcaktueshmërisë:** nuk mund të jemi të sigurtë në të njëjtën kohë për vendndodhjen dhe shpejtësinë e një grimce; sa më saktë përcaktohet njëra aq më e pasaktë është tetra (faqe 54).

**peshë:** forca që ushtrohet mbi një trup nga një fushë gravitacionale. Eshtë në përpjestim të drejtë me masën e tij, por nuk është e njëjtë me të.

**përshpejtues i grimcave:** një aparat që duke përdorur elektromagnetë, mund të përshpejtojë grimcat e ngarkuara në lëvizje, duke i dhënë atyre më shumë energji.

**Përmasa hapësinore:** secila nga tri përmasat e hapësirë-kohës, që janë në raport me hapësirën - d.m.th., secili nga ato me përfjashtim të përmasës kohore.

**kuant:** njësi e pandashme në të cilën valët mund të rrezatohen ose të përthithen (faqe 54).

**kuark:** një grimcë elementare (e ngarkuar) që i nënshtronhet forcës së fortë. Si protoni, ashtu edhe neutroni përbëhen secili nga tre kuarke (faqe 65).

**radar:** një sistem që përdor impulse radio valësh për të zbuluar vendndodhjen e objekteve duke matur kohën që i duhet një impulsi të vetëm për të arritur tek objekti dhe për t'u kthyer përsëri tek aparat.

**radioaktivitet:** zbërthimi spontan i një tipi bërthame atomike në një tjetër.

**relativiteti i përgjithshëm:** teoria e Anjshtajnit që bazohet në idenë se ligjet e shkencës duhet të janë të njëjtë për të gjithë vëzhguesit, pavarësisht si lëvizin ata. Ajo shpjegon forcën e gravitetit me anën e lakueshmërisë katërpërmasore të hapësirë-kohës (faqe 29)

**relativiteti special:** teoria e Anjshtajni që bazohet në idenë se ligjet e shkencës duhet të janë të njëjtë për të gjithë vrojtuesit në lëvizje, pavarësisht nga shpjetësia e tyre (faqe 28)

**ruajtja e energjisë:** ligji i fizikës që thotë se energjia (ose ekuivalenti i saj në masë) nuk mund të krijohet as të zhduket.

**rreze gama:** valë elektromagnetike me gjatësi vale shumë të shkurtër që prodhohen gjatë zbërthimit radioaktiv ose si pasojë e përplasjes së grimcave elementare.

**sekondë-dritë (vitë-dritë):** largësia e përshkuar nga drita në një sekondë (vit).

**sfondi i rezatimit të mikrovalëve:** rezatimi i gjithësise së hershme si pasojë e ndriçimit nga temperatura shumë e lartë, sot është zhvendosur aq shumë drejt ngjyrës së kuqe të spektrit saqë nuk shfaqet më në formën e dritës por si mikrovalë (valë radio, me një gjatësi vale prej disa centimetra) (faqe 41).

**spektër:** zbërthimi i një vale elektromagnetike në përbërësit e saj sipas frekuencave (faqe 37).

**spin:** një veçori e brëndshme e grimave elementare, që lidhet me konceptin e përditshëm të rrotullimit por që nuk identifikohet me të (faqe 66).

**teorema e singularitetit:** teoremë që tregon se një singularitet duhet të egzistojë në disa rrëthana - në veçanti se gjithësia duhet të ketë filluar me një singularitet (faqe 49-50)

**teoria e njësimit të madh (GUT):** Një teori që njëson forcat elektromagnetike, forcat e forta dhe të dobëta (faqe 74).

**tkurrja e madhe:** singularitetin në fundin e gjithësisë.

**singularitet:** një pikë në hapësirë-kohë në të cilën përkulja e hapësirë-kohës bëhet e pafund (faqe 46)

**singularitet lakuriq:** veçori e hapësirë-kohës e parrethuar nga një vrimë e zezë (faqe 88).

**sintezë nukleare:** procesi në të cilin dy bërthama përplasen me njëra-tjetrën dhe bashkohen përmes formuar një bërthamë të vetme më të rëndë.

**vrima e zezë:** një zonë i hapësirë-kohës nga e cila asgjë nuk mund të shkëputet, madje as drita, përmes shkak të gravitetit të fuqishëm (kapitulli 6).

**vrima e zezë fillestare:** Një vrimë e zezë e krijuar në fazën shumë të hershme të gjithësisë (faqe 97).

**xhuxh i bardhë:** një yll i ftohtë i qëndrueshëm që i shpëton tkurrijes gravitacionale nëpërmjet shtytjes së elektroneve të parashikuar nga parimi i përjashtimit (faqe 84).

**yll neutronik:** yll i ftohtë që mbahet në ekuilibër nga shtytja e neutroneve të tij e parashikuar nga parimi i përjashtimit (faqe 84)

**zero absolute:** temperatura më e ulët e mundshme në të cilën një substancë nuk përbën energji termike.

**zhvendosja e kuqe:** skuqja e dritës së një ylli që largohet nga ne, si pasojë e efektit Doppler (faqe 38).

---

## TREGUES

---

### A

- Abacus, 147  
Aftësia arsyetuese, 13  
Ajër (element), 9, 63  
Albrecht, Andreas, 131  
Alpher, Ralph, 118  
Antigrimce, 76, 106, 183  
Aristotel, 2, 7, 9, 15, 17, 18, 37, 63, 175  
    *Mbi qejtë*, 2  
Arsyeja, e pastër, 7-8  
Atomet, 59, 63, 183

### B

- Bardeen, Jim, 104  
Bekenstein Jacob, 103, 105  
Bell, Jocelyn, 93  
Bentley, Richard, 5  
Berkeley, Bishop George, 18  
Bethe, Hans, 118  
Bërthamë, 185  
Big Bang, 8-9, 46-47, 50, 61, 99,  
    115, 124, 133, 173, 183  
Bohr, Niels, 59  
Bomba e hidrogjenit, 96, 117  
Bondi, Hermann, 47

- Born, Max, 156  
Brisku i Occam's, 55  
Brownian lëvizje, 64

### C

- California Institute of Technology,  
    65, 94, 161  
Carter, Brandon, 92, 104  
Case School e shkencave të  
    aplikuara (Cleveland), 20  
CERN (Qendra Europiane për  
    Kërkimet Bërthamore), 72  
Chadwick, James, 64  
Chandrasekhor , Subrahmanyan, 83  
Copernicus, Nicholas, 3, 4, 126  
Cronin, J.W., 77  
Cygnus X-1, 94

### Ç

- Çensura Kosmike, 88  
Çvendosje e kuqe, 38, 186  
Çmimi Nobel:  
    Born, 156  
    Chadwick, 64

## TREGUES

Chandrasekhar, 85  
 Dirac, 68  
 Einstein, 56  
 Fitch, 78  
 Gell-Mann, 65  
 Glashow, 72  
 Lee, 77  
 Michelson, 20  
 Mott, 65  
 Pauli, 67  
 Penzias, 42  
 Rubbia, 72  
 Salam, 72  
 Ven der Merr, 72  
 Weinberg, 72  
 Wilson, 42  
 Jong, 77

## D

Dalton, John, 63  
 Darwin, Charles, 12  
 Democritus, 63  
 Dendësi:  
   vrimat e zeza, 88  
   grimcat e materjes, 49, 68  
   gjithësia, 8, 45  
 Dendësia infinit, 88  
 Detektorët e rrzeve gama, 111  
 Determinizëm, 53, 55, 172  
*Dialog rreth Dy Sistemeve Botërore Kryesore (Galileo)*, 180  
 Dicke, Bob, 41  
 Dirac, Paul, 55, 68, 156  
 Dielli:  
   eklips, 32  
   lëvizja, 4  
   temperatura, 117  
 Drexel University, 131

## Drita:

ngjyra, 66, 119  
 energjia, 32  
 lëvizja, 24-25  
 teoria grimcore e, 81, 82  
 përhapja e, 19  
 shpejtesia e, 18, 19-20, 21, 24,  
   28, 81, 82  
 e dukshme, 19, 38  
 gjatësi e valës e, 65  
 teoria valore e, 81  
 Drita e dukshme, 19, 38  
 Drita ultraviolet, 19  
 Dualiteti, valë/grimcë, 60, 81, 187  
*Dy shkenca te reja (Galileo)*, 180

## E

Eddington, Arthur, 83, 85, 151, 168  
 Efektet gravitacionale kuantike,  
   113, 133  
 Efekti Doppler, 38, 45  
 Einstein, Albert, 20, 29, 56, 64, 85,  
   151, 155, 174  
   biografia, 177-178  
   ekuacioni i energjisë, 20, 91,  
   107, 157  
   *Shiko gjithashtu Relativitetin e Përgjithshëm*  
 Eklipset, 2, 18, 32  
 Eklipset e Hënës, 2, 18  
 Ekuacioni i energjisë. *Shiko Einstein*, Albert, ekuacioni i energjisë.  
*Shiko gjithashtu Njësimi i madh i energjisë.*  
 Elasticiteti, 156  
 Elektronet, 59, 64, 70, 106, 111,  
   117, 156, 167, 184  
 volt, 66

Elementët, 9, 38, 63, 120  
 Energjia, 32, 54  
   e vrimave të zeza, 108  
   konservimi i, 184  
   e grimcave, 66, 158  
*Shiko gjithashtu* Energjia e  
   njësimit të Madh.  
 Entropi, 102, 144  
   vrimat e zeza, 103-104  
 Eteri, 19-20  
 Euclid, 134  
 Evolucioni i gjithësisë, 120-121, 124

**F**

Fazë, 186  
 Feynman, Richard, 60, 113, 134, 135  
 Fitch, Val, 77  
 Filozofët, 174  
 Flamsteed, John, 181  
 Forca bërthamore, 71, 72, 155, 156, 187  
 Forcat, 70-71  
 Forçë e dobët, 187  
 Forçë e dobët bërthamore, 71  
 Fotonet, 69, 71, 82, 117, 186  
 Fotonet virtuale. *Shiko fotonet*  
 Forca elektriqe, 19, 165  
 Forca elektromagnetike, 70, 155, 184  
 Forca gravitacionale, 70, 78, 94,  
   161, 164  
 Franklin Institute, 131  
 Frekuenca, 184  
 Friedmann, Aleksandër, 40, 116  
 Forca të fuqishme, 161, 187  
 Forca të fuqishme nukleare, 72  
 Fusha, 184  
   *Shiko gjithashtu* Fusha elektro-  
   magnetike; Fusha magnetike  
 Fusha elektromagnetike, 19, 66, 105

Fusha gravitacionale, 61, 87, 105, 135  
 Fusha magnetike, 96, 185

**G**

Galaktikë spirale, 36  
 Galaktikat, 36, 40  
 Galilei, Galileo, 4, 15, 16, 126  
   biografia, 179-180  
 Gamow, George, 41, 118  
 Gell-Mann, Murray, 65  
 GeV, 71, 74, 167, 184  
 Glashow, Sheldon, 72  
 Gluon, 72, 73, 162  
 Gold, Thomas, 47  
 Gonville dhe Caius College (Cam-  
   bridge), 64  
 Göttingen University, 156  
 Graviteti, 4, 6, 11, 16-17, 28, 40, 44,  
   49, 53, 56, 63, 82, 133, 155,  
   167, 168, 173  
 përkufizimi, 9  
 efektet kuantike, 113  
*Shiko gjithashtu* Teoria kuantike  
   e gravitetit; Supergraviteti  
 Gravitonet, 70, 157, 160  
 Green, Mike, 162  
 Grimcat, 63-79, 84, 134, 167  
   drita, 81  
   vendndodhja, 54, 105, 173  
   shpejtësia, 105, 173  
*Shiko gjithashtu* Grimcat  
   elementare; Grimcat e  
   materies; Grimcat  
   virtuale; Valët.  
 Grimcat  $\alpha$ , 64, 66  
 Grimcat e materies, 68, 84, 106, 129  
 Grimcat elementare, 184  
 Grimcat virtuale, 106, 157, 187

## TREGUES

GUT. *Shiko* Teorinë e njësimit të Madh.  
Guth, Alan, 127, 129, 130, 132

**Gj**

Gjatësitë e valëve, 19, 187  
e dritës, 65  
Gjendja fillestare e gjithësisë, 11  
Gjendjet kaotike në kufi, 123  
Gjendja e qëndrueshme, 187  
Gjendja e sistemit diellor, 53  
Gjeodezike, 29, 30, 31, 184  
Gjeometria, 134  
Gjithësia:  
mosha e, 108  
që tkurret, 6, 150, 151  
densiteti, 8, 45  
evolucioni i, 120-121, 124  
gjendja fillestare, 6, 8  
statike e pafund, 11  
*Shiko gjithashtu* Gjithësia që zgjerohet; Origjina e gjithësisë  
Gjithësia që nuk ndryshon, 9  
Gjithësia statike infinit, 6, 8

**H**

Halley, Edmond, 181  
Halliwell, Jonathan, 136  
Hartle, Jim, 136  
Harvard University, 71  
Hapësirë-koha Euclidian, 134,  
137, 135-136  
Hapësirë, 15-34  
absolute, 18  
veçoritë e, 44  
Hapësira katërpërmasore, *Shiko*  
Hapësirë-koha

Hapësirë-koha, 24, 115, 134, 186  
lakushmëria, 49, 88, 135, 163  
përamasat, 162-165  
jeta në, 165  
drejtëza në, 159  
*Shiko gjithashtu* Hapësirë-koha  
Euclidian-e  
Heisenberg, Werner, 54, 55, 56  
*Shiko gjithashtu* Parimi i papër-  
caktueshmërisë  
Helium, 119  
Herschel, William, 36  
Heterotik zinxhiri, 162  
Hewish, Antony, 93  
Hidrogen, 82, 119  
Horizonti i ngjarjes, 87, 88, 89, 99, 184  
Hoyle, Fred, 47  
Hubble, Edwin, 8, 36, 37, 39, 40,  
42, 50

**I**

Imperial College (Londër), 71  
Infiniteti, 5  
Interferenca, 58  
Israel, Werner, 91

**J**

Jeans, James, 53  
Johnson, Dr. Samuel, 18  
Jupiter, 2, 4, 35  
eklipset, 18-19  
hënrat e, 18

**K**

K-mezonet, 78

- Kalim faze, 127  
 Kant, Immanuel, 7, 175  
 Karboni, 120  
 Kepler, Johannes, 4  
 Kerr, Roy, 91  
 Khalatnikov, Isaac, 48-49  
 Kings College (Londër), 92, 112  
 Kisha Katolike, 46-47, 116  
 Koha, 8, 15-34, 143-153
  - absolute, 18, 20, 21, 33, 87, 143
  - shigjetat e, 145
  - imagjinare, 134, 139, 143, 185
  - veçoritë e, 44
 Koha absolute, 18, 20, 21, 33, 87, 143  
 Koha imagjinare, 134, 139, 143, 185  
 Koha reale, 144  
 Koha relative, 143  
 Koni i dritës, 49, 85, 185  
 Konstantja kosmologjike, 128, 132, 151, 184  
 Koordinatat, 23-24, 184  
 Kordat e hapura, 159-160  
 Kosmologjia heliocentrike, 3-4, 126  
 Kosmologjia gjeocentrike, 2, 126  
 Kostantja e Planck-ut, 55  
 Krijimi, 7, 9, 116, 141, 174  
*Kritika e arsyses së pastër* (Kant), 7  
 Kuarket, 65, 70, 73, 76, 106, 162, 167, 186  
 Kuasaret, 93, 96  
 Kufiri Chandrasekhor, 83, 84-85, 183  
 Kujtesa njerëzore, 146  
 Kushti pa kufi, 136, 140, 145, 148, 185
- L**
- Laboratorët Bell të telefonave, 41  
 Laflamme, Raymond, 150  
 Landau, Lev Davidovich, 84
- Laplace, Marquis de, 53, 55, 82, 172  
 Lebedev Institute, 130  
 Lee, Tsung-Dao, 77  
 Leibniz, Gottfried, 182  
 Leigh, Ray, 53  
 Leqet e mbyllur, 159  
 Levity, 63  
 Lëvizje, 15, 33, 34
  - Brownian-e, 64
  - Shiko gjithashtu* Orbitat
 Lëvizje në hapësirë, 4  
 Libri i gjenezës, 7  
 Ligjet shkencore, 122  
 Lëvizje temporale, 4  
 Ligji i dytë i termodinamikës, 102-103, 104, 105, 144  
 Linda, Andrei, 130, 131, 132, 138  
 Liria asimtotike, 73  
 Lorentz, Hendrick, 20  
 Lucasian Professorship of Mathematics (Cambridge), 68  
 Lufschtitz, Evgenii, 48-49  
 Luttrell, Julian, 136
- M**
- Magentizmi, 19  
 Makromolekulat, 120  
 Mars, 2, 35  
 Mass, 16-17, 185
  - vrimat e zeza, 93
  - Shih gjithashtu* Limiti i Chandraseklar
 Massachusetts Institute of Technology, 127  
 Materie, 63
  - densiteti, 49
  - veçoria e, 156
 Matje, 22, 54

Maxwell, James Clerk, 19, 71  
*Mbi qiejt*, (Aristotle), 2  
 Mekanika kuantike, 44, 50, 51, 55-56,  
     60, 65, 66, 79, 115, 133, 155,  
     156, 166, 172, 186  
     përkufizimi i, 11  
 Mercuri (planet), 2, 10, 30  
 Mezonet, 73  
     *Shiko gjithashtu K-mezone*  
 Michell, John, 81, 82, 94  
 Michelson, Albert, 20  
 Mikroelektronika, 13  
 Mikrovale, 19  
     temperatura, 121  
 Mikrovalë-sfondi rrezatimit, 41-42,  
     48, 108, 140, 185  
 Modeli inflacionar kaotik, 132, 138  
 Molekulat, 60, 63  
 Morley, Edward, 20  
 Moss, Ian, 131  
 Mosha e gjithësisë, 108  
 Mott, Nevill, 65

**N**

Natyra e gjithësisë, 9  
 Ndërvarezia universale, 11  
 Neutrinot, 117, 185  
 Neutronet, 64, 117, 156, 161, 185  
 Newton, Isaac, 5, 6, 9, 16, 18, 33, 81  
     biografia, 181-182  
 Ngarkesa elekrike, 184  
 Ngjarje, 23, 184  
 Numrat:  
     që specifikojnë kohën, 159  
     vlera, 125  
 Nxitim, 183  
     Energjia bërthamore, 13  
 Nxehtësia, 119  
 Nxehtësi, përcjellshmëri, 156

**Nj**

Njehsimi diferencial,  
 Njësimi elektro i dobët i energjisë, 184  
 Njësimi i fizikës, 155-169

**O**

Objektivat shkencore,  
 Oksigjeni, 120  
 Olbers, Heinrich, 6  
 Openheimer, Robert, 85  
 Orbitat, 2, 4, 17, 165  
 Origina e gjithësisë, 7-9, 34, 115-141  
     *Shiko gjithashtu Krijimi*

**P**

Page, Don, 150  
 Palomar Observatory, California, 92  
 Parimi antropik, 124-126, 132,  
     137, 145, 151, 164, 183  
 Parimi kuantik i Planck-ut, 110,  
     167, 186  
 Parimi i përjashtimit,  
 Parimi i papërcaktueshmërisë, 53-61,  
     67, 104, 140, 149, 155, 156, 172, 187  
 Pauli Wolfgang, 67  
     *Shiko gjithashtu Parimi i*  
     përjashtimit  
 Peebles, Jim, 41  
 Penn State University, 150  
 Penrose, Roger, 34, 49, 88, 91, 133  
 Penzias, Arno, 41, 48, 118  
 Peshë, 187  
 Përcuesit e bozonave, 71  
 Përkulje, hapësirë-kohë, 49, 88,  
     135, 163

Përkufizimi i kosmologjisë, 184  
 Përmasa, 162-164  
 Përmasat hapësinore, 187  
 Përmasa e tretë. *Shiko Përmasa*  
 Përpjestimor, 186  
 Përshtpejtues i grimcave, 185  
 Planck Max, 54  
*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica. Shih Principia Mathematica*  
*Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 81  
 Planetet, 2, 35, 120  
     *Shiko gjithashtu emrat e veçantë*  
 Pluto, 110  
 Poincare Henri, 20  
 Popper, Karl, 10  
 Porter, Neil, 111  
 Pozicion absolut, 18  
 Pozitronet, 68, 111, 186  
 Princeton University, 41  
*Principia Mathematica* (Newton), 16, 19, 181  
 Prizma, 37  
 Protonet, 64, 117, 156, 161, 186  
     zbërthimi spontan, 75, 76  
 Proxima Centauri, 35  
 Ptolemy, 2, 37, 126  
 Pulsarët, 90, 93

**Q**

Quantum, 54, 186  
 Queen Mary College (London), 162  
 Qyteti i Perëndisë (Shën Augustini), 7  
 Qendra për Kërkime Bërthamore (CERN), 72

**R**

Radar, 47, 186  
 Radioaktiviteti, 71, 186  
 Radiacionet, 54, 76, 118  
     vrimat e zeza, 104, 105, 112  
     *Shiko gjithashtu Mikrovalët*  
 Radiovalët, 19, 47, 90, 93, 96  
 Relativiteti. *Shiko Relativiteti i Përgjithshëm*; Relativiteti special  
 Relativiteti Special, 28, 33, 68, 187  
 Relativiteti i Përgjithshëm, 20, 21, 30, 31, 32, 33, 34, 40, 44, 46, 49, 60, 79, 82, 83, 87, 89, 115, 122, 128, 133, 135, 148, 156, 173, 184  
 Retë Magellanice, 95  
 Rezistenca e ajrit, 16  
 Rinormalizimi, 157  
 Robertson, Howard, 42  
 Robinson, David, 92  
 Roemer, Ole Christensen, 18-19, 91  
 Kisha Katolike Romane. *Shiko Kisha Katolike*  
 Rubbia, Carlo, 72  
 Russell, Bertrand, 1  
 Rutherford, Ernest, 64, 66  
 Ryle, Martin, 47

**RR**

Rrezatimi Cerenkov, 111  
 Rrezet gamma, 19, 108, 109, 110, 184  
 Rruga e qumështit, 35-36, 40

**S**

Salam, Abdus, 71  
 Saturn, 2, 35

Scherk, Joël, 161-162  
 Schmidt, Maarten, 92  
 Schrödinger, Erwin, 55  
 Schwarz, John, 161-162  
 Schwarzschild, Karl, 91  
 Seleksionimi natyral, 12  
 Sekondë/Dritë, 22, 185  
 Simetrija, 71, 77, 130, 144  
     e aksit, 92  
     *Shiko gjithashtu* Simetria e ngadaltë që thyhet  
 Simetria e boshtit, 92  
 Simetria e ngadaltë që thyhet, 131  
 Sinteza bërthamore, 119, 185  
 Singularitet, 49, 88, 113, 133, 139,  
     157, 173, 186  
     *Shiko gjithashtu* Singularitet i lakuriqtë  
 Singularitet i lakuriqtë, 185  
 Sirius, 84  
*Sistemi i botës* (Laplace), 82  
 Sjellja njerëzore, 53, 168  
 Spektrat termale, 37  
 Spektri, 37, 187  
 Spin, 66, 157, 187  
 Starobinsky, Alexander, 104, 105  
 St-Augustine, 7, 8, 166  
 Steinhardt, Paul, 131  
 Sternberg Astronomical Institute, 130  
 Struktura e atomit, 156  
 Supergraviteti, 157-158, 162  
 Supernova, 120

**SH**

Shigjeta e kohës, 143-153, 174  
     përkuqizimi, 152  
 Shigjeta kosmologjike e kohës,  
     145, 151

Shigjeta psikologjike e kohës, 145, 147  
     "*Shkaku i pare*", 7  
 Shigjeta termodinamike e kohës,  
     145, 146, 148, 151-152  
 Shkencë fiksion, 162  
 Shpejtësia, 55, 83, 173  
     e grimcave, 68, 105, 173  
 Shpejtësia e dritës, 18, 19-20, 21,  
     24, 28, 81  
 Shpejtësia kritike, 39  
 Shpejtësia kritike e zgjerimit, 121  
 Shpejtësia e zgjerimit, 121  
 Shpejtësitet, 48

**T**

Taylor, John G., 112  
 Teleskopët, 4  
 Temperatura:  
     mikrovalët, 121  
     yjet, 117  
     dielli, 117  
 Teorema pa flokë, 92  
 Teorema e singularitetit, 46, 50, 61,  
     133, 186  
 Teoria e njësuar e plotë, 13, 74, 133,  
     153, 155, 165-166  
     *Shiko gjithashtu* Teoria e njësimit të madh  
 Teoria e kordave, 159-162  
 Teoria kuantike e gravitetit, 12, 79,  
     130, 133, 135, 148  
     *Shiko gjithashtu* Teoria e njësuar  
     e plotë  
 Teoria e njësimit të Madh, 74, 76,  
     78, 156, 166, 185  
 Teori shkencore, 10  
     përkuqizimi, 9, 139  
 Tkurrrja e universit, 6, 150, 151

Thyerja spontane e simetrisë, 71  
 Toka (element), 9, 63  
 Toka (planet), 120  
     cirkonferenca, 2  
     lëvizja, 2  
     forma, 2  
 Trinity College, Cambridge, 64

**Th**

Thomson, J.J., 64, 66  
 Thorne, Kip, 94

**U**

Udhëtim në hapësirë, 163  
 Uji, 9, 63  
 Unifikimi i fizikës, 155-156  
 University of California (Santa Barbara), 136  
 University of Pennsylvania, 131

**V**

Valët, 69  
     gravitacionale, 89  
     e dritës, 81  
     *Shiko gjithashtu* Grimcat  
 Valët elektromagnetike, 54  
     *Shiko gjithashtu* Radiovalët;  
     Drita e dukshme; Rezet X  
 Valë-Dritë, 38, 65, 90  
 Valët gravitacionale, 89  
 Van der Meer, Simon, 72  
 Venus, 2, 35  
 Vrimat e zeza, 49, 61, 79, 81-98, 99-113, 115, 149, 173, 183

Emetimet, 104  
 primordiale, 97, 108-111, 186  
 singularitet, 92  
     rrrotulluese, 92, 104  
 Vrimat e zeza primordiale, 97, 108-111, 186

**Xh**

Xhuxhi i bardhë, 84, 95, 187

**Y**

Yang, Chen Nig, 77  
 Yjet e ftohtë, 84  
 Yjet neutronike, 84, 90, 94, 185  
 Yje të palëvizshëm, 3, 5  
 Yjet:  
     inventari i, 36  
     cikli i jetës së, 49, 87  
     fikse, 3, 5  
     ndriçueshmëria, 36  
     numri i, 5  
     temperatura e, 37-38, 117  
     të dukshëm, 35  
     *Shiko gjithashtu* :yje të ftohtë,  
     yje neutronike, ylli polar.  
 Ylli polar, 2

**Z**

Zërthimi spontan i protonit, 75, 76  
 Zeldovich, Yakov, 104, 105  
 Zero absolute, 183  
 Zëri, valët, 19  
 Zgjerimi i gjithësisë, 6, 8, 9, 33-34, 35-51, 39

inflacionar, 127, 129  
shpejtësia, 128

Zgjerimi inflacionar, 127, 140, 149

Zjarri (element), 9, 63

**W**

- Walker, Arthur, 42  
Weekes, Trevor, 111  
Weinberg, Steven, 71  
Wheeler, John, 81, 91, 96  
Wilson, Robert, 41, 48, 118  
Wittgenstein, Ludwig 174  
Wu, Chien-Shinng, 77

# STEPHEN HAWKING

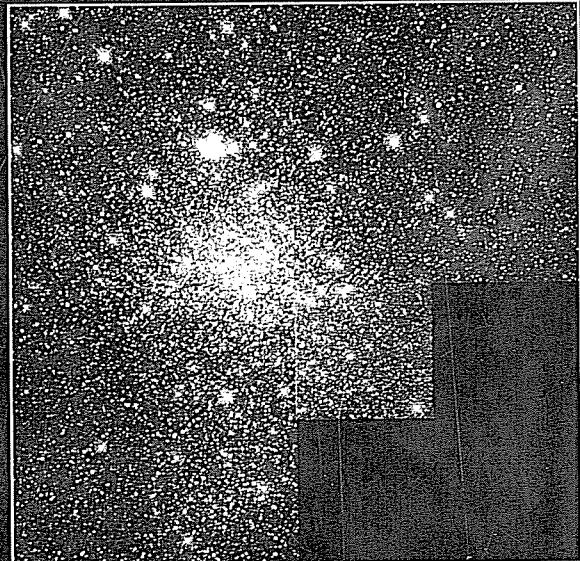
# NJË HISTORI E SHKURTËR E KOHËS

## Nga Big Bengu tek Vrimat e Zeza

Stiven Hoking njihet botërisht si një nga kozmologët më të mëdhenj të epokës sotë dhe si një nga fizikanët më të shkëlqyer pas Ajsnshajnit. Si pasues i Njutonit ai mban katedrën e matematikës në universitetin e Kembrixhit dhe është bërë i famshëm për punimet e tij kushtuar origjinës së Universit.

*Një histori e shkurtër e kohës* është libri i parë që ai vendosi të shkruajë për lexuesin e zakonshëm dhe jo për specialistët. Me një gjuhë të thjeshtë dhe të kapshme ai paraqet këtu zhvillimet më të fundit në fushën e astrofizikës lidhur me natyrën e kohës dhe të botës. Duke gjurmuar teoritë e mëdha mbi kozmosin, që nga Galileu dhe Njutoni deri te Ajnshtajni dhe Puankareja, duke treguar zbulimet e fundit në hapësirë dhe duke shpjeguar natyrën e vrimave të zeza ai arrin që të na zbulojë sfidën më të madhe të shkencës moderne: gjetjen e një teorie unitare, njëjtësuese, që të ndërthurë dhe të njësojë Relativitetin e përgjithshëm dhe Mekanikën kuantike.

Dihet se Stiven  
Hoking që prej njëzet  
vjetësh po lufton me një  
sëmundje neurologjike  
shumë të rëndë. Prandaj  
është akoma më e  
mrekullueshme kjo  
përpjekje e jashtëza-  
konshme e një shpirti  
shkencor për të arritur  
te kuptimi fundor i të  
fshëltave të Universit.



Çmimi për blerësin: 310 lekë