Sissejuhatus

Siin on sulle nuputamist: mis on ühist suurel paugul, surmaneedusel, meeste nibudel, antimateeria lõksudel, ülijuhtidel, pingviinipoegadel ja ksenoonil? Vastus, muidugi mõista, on: mitte midagi.

Ma ei taha sellega öelda, et neil pole mitte midagi ühist, otse vastupidi, mitte midagi – *nichts, nothing, ничего* – on just see, mis neid kõiki ühendab.

Võiks arvata, et mitte millestki rääkiv raamat on oksüümoron, kuid õnneks leidub selles teemas palju uurimisväärset, sest mitte millegi üle on arutletud juba enam kui 2000 aastat. Tõepoolest, juba vanadel kreeklastel esines selle osas erimeelsusi. Veelgi enam – mitte millessegi suhtumine on olnud nõnda muutlik, et parasjagu valitsev seisukoht annab meile üsna täpselt aimu, millist hetke me ajaloost parasjagu vaatleme.

Võtame näiteks nulli, sümboli, mis tähistab millegi puudumist. Null sai alguse Babüloonias 300 aastat eKr, ülejäänu tekkis 1000 aastat hiljem Indias, kus viidi kokku idee ja seda tähistav iidne sümbol. Kulus veel 400 aastat, enne kui see jõudis Euroopasse, kus see esialgu ohtliku uuendusena kõrvale

heideti. Null muutus vastuvõetavaks 17. sajandil ja nüüdseks on see kõigi igapäevakasutuses olevate arvude määratlemisel kriitilise tähtsusega.

Nulliga seonduvast tuleb järgnevatel lehekülgedel üksikasjalikult juttu, kuid raamat ei piirdu ainult sellega.

Fraasi „mitte midagi" kasutatakse väga erinevatel puhkudel ja iga kord viitab see reaalsuse veidi erinevale aspektile. Kas tõesti võib mitte millestki tekkida midagi? Miks mõned loomad päev läbi mitte midagi ei tee? Mis toimub meie ajus, kui me üritame mõelda mitte millestki? Need on kõik on küsimused, mille kallal teadlased juurdlevad ja mille vastused on üpris intrigeerivad.

Mittemiski on omalaadne suurendusklaas, mille abil saame uurida ümbritsevat universumit ning isegi seda, mida tähendab olla inimene. See paljastab möödunud aegade suhtumise ja nüüdisaegse mõtteviisi.

Üheks selliseks näiteks on vaakum – tühjus, mille üle kreeklased sajandeid tagasi vaidlesid. Seda mõistet ei eksisteerinud kaua, kuid 17. sajandil see korraga tekkis. 18. sajandil täideti vaakumi mõiste salapärase valgustkandva aine, eetriga. 20. sajandi algul heideti kõrvale seegi teooria ning 1930ndateks oli tühjusest saanud kvantteooria tühjus, mis on mitte millestki nii kaugel kui veel üldse olla saab – see on ruum, mis on pungil täis pidevalt tekkivaid ja kaduvaid osakesi.

Vaakumi näite põhjal näeme, et mitte midagi kipub tavaliselt olema äärmus, mis langeb kas skaala ühte või teise otsa. Teadlased, kes uurivad mingit nähtust, tavatsevad otsida selle äärmuslikku avaldumisvormi, sest äärmuslikkust põhjustavaid tegureid on reeglina kergem märgata. Seega, kui tahta

mõõta näiteks tegevusetuse mõju kehale, tuleb katseisik voodisse kamandada ja käskida tal lebada mitte midagi tehes. Selle katse tulemused muutsid meditsiinipraktikat sisuliselt üleöö.

Teine äärmus on absoluutne nullpunkt, külmim külm, mis saab eksisteerida. See on temperatuur, mille juures aatomite soojusliikumine peaaegu lakkab. Kuigi teekond absoluutse nulli poole on olnud kannatusterohke, täis väärarvamusi ja tupikteid, on inimlik uudishimu viinud avastusteni, mis võimaldavad heita pilku maailma, kus toimivaid seaduspärasusi poleks me kunagi osanud ette kujutada.

Mitte midagi võib olla keeruline saavutada, me pole veel absoluutse nullini jõudnud ja vaevalt, et üldse kunagi jõuame. Mitte midagi võib olla ka paras segapuder – see, mida me teame kui kosmoses valitsevat vaakumit, ei ole mitte ainult üks, vaid terve hulk asju. Mitte midagi võib olla ka väga võimas – haiged võivad saada terveks pelgalt arstiga rääkides, ilma et ravimiseks oleks tarvis kasutada midagi käegakatsutavat. Sellel, meditsiini parimaid päid hämmastanud nähtusel on olemas ka samavõrra tugev, kuid süngem vastaspool.

Need on vaid mõned üksikud näited, kuidas mitte miski aitab mõista universumit. Lihtne oleks olnud koondada need lood traditsiooniliselt teemade põhjal: kosmoloogia, matemaatika jne, kuid ajakirjas New Scientist, kust enamik neid esseid pärineb, oleme me alati hinnanud mitmekesisust ning leidnud, et ajakirja iga number peaks pakkuma igaühele midagi.

Just sellest vaimust lähtudes olen peatükid koondanud pigem selliste teemade ümber nagu algused, saladused ja üllatused. Kui füüsika pole päris sinu maitse, siis ei kulu kuigi

kaua aega, et leida midagi, mis sulle paremini sobib. Loodan, et sullegi pakub huvi see, kui tohutul määral on mittemiski meie mõtlemist mõjutanud.

Peatükkides leiavad käsitlust teemad universumi sünnist ja surmast, vaakumist, mittemiski tähtsusest, nullist ja absoluutsest nullist. Need, kes sooviksid lugeda kõiki sama teemaga seonduvaid esseid, leiavad iga essee lõpust viite järgmisele.

Fraasi „mitte midagi" üks tähendus viitab väärtusetusele. Ütlusega „ah, see pole midagi" tähistavad inimesed tähtsusetut, kuid tähendus pärineb ilmselgelt varasemast ajast kui see, mil me taipasime, kui väärtuslik mittemiski siiski on. Loodan teidki veenda selle kontseptsiooni rikkalikus tähenduses ja järelmites.

Jeremy Webb, koostaja

1.

Algused

„Astronoomia viib meid unikaalse sündmuseni, universumini, mis loodi mitte millestki," ütles Ameerika füüsik ja Nobeli preemia laureaat Arno Penzias. Selle all pidas ta silmas kõigi alguste algust, Suurt Pauku. See on ka meie jaoks kõige loogilisem koht alustamiseks. Anname teemale vürtsi kõrvalepõikega vanasse Babülooniasse ning seejärel moodsaimasse aju-uuringute laborisse. Jutustame iseenesestmõistetavaks saanud sümboli sünnist ning sellest, et su peas asub organ, millest sa tõenäoliselt kunagi kuulnud pole. Tee peal heidame pilgu ka noore teadusharu töö viljadele – meele võimele keha ravida.

Suur Pauk

Meie universum sai alguse plahvatusest, mida kutsutakse Suureks Pauguks. Kuidas sai kosmos tekkida mitte millestki, on 64 000 dollari küsimus. Ent enne selle küsimuse kallale asumist peame esmalt

mõistma, mida Suur Pauk endaga kaasa tõi. Anname sõna Marcus Chownile.

Alguses polnud mitte midagi. Seejärel sündis tulikuumast tulekerast universum ja seda sündmust kutsutakse Suureks Pauguks. Kuid mis oli Suur Pauk? Kus see toimus? Ja kuidas astronoomid ometi säärast naeruväärset asja usuvad?

Umbes 13,82 miljardit aastat tagasi purskus universum, milles me elame, sõna otseses mõttes välja mitte millestki. See plahvatas hiiglasliku tulekerana, mida me tunneme Suure Paugu nime all. Sellest sai alguse kõik – kogu mateeria, energia ning isegi aeg ja ruum.

Päris esimestel Suure Paugu hetkedel oli kogu universumi ollus kokku surutud, erakordselt väike ja kujuteldamatult kuum. Selles katlas oli podisev elektromagnetkiirgus segunenud selliste mikroskoopiliste aineosakestega, milletaolisi praeguses universumis ei leidu. Paisudes tulekera jahtus ning aine tahenedes hakkas paika settima struktuur.

Järk-järgult tekkisid meile tuttavad, mateeria aluseks olevad algosakesed. Osakesed koondusid aatomiteks, kasvavad galaktikad murenesid tähtedeks, umbes sellisteks, nagu on meie Päike. Maa tekkis umbes 4,55 miljardit aasta tagasi. Edasine, nagu öeldakse, on juba ajalugu.

See on erakordne ja suursugune loomislugu ning astronoomid ja füüsikud, kes on relvastatud teooriaid toetava, järjest kasvava tõendusmaterjaliga, on üsna kindlad oma võimes jutustada seda lugu hetk hetke haaval ning kirjeldada üksikasjalikult varast universumit ja seal valitsenud tingimusi.

Muidugi mõista ei tähenda see, nagu saaksime me minna tagasi loomishetke. Parim, mida füüsika teha saab, on kirjeldada, mis toimus siis, kui universum oli juba umbes 10^{-35} se-

Vaadates ajas tagasi

Füüsikud saavad universumi paisumise simulatsiooni jälgida tagurpidi. Sel moel näevad nad, kuidas universumi väiksemaks muutudes temperatuur muudkui tõuseb. Efekt sarnaneb jalgrattapumbaga, milles kokkusurutav õhk soojeneb. Teooria väidab, et Suure Paugu ajal oli temperatuur lõpmatu. Lõpmatused, paraku, viitavad alati sellele, et teoorias võib olla viga.

Teooriad, mis võimaldavad praegu pilku heita ajas kõige kaugemale tagasi, on suured ühendteooriad. Need teooriad üritavad näidata, et kolm kogu aine käitumist mõjutavat fundamentaalset vastastikmõju (elektromagnetiline vastastikmõju ning nõrk ja tugev vastastikmõju) on kõigest ühe ülijõu erinevad tahud.

Iga looduses esinev jõud tekib seda kandva erineva kullerosakese ehk bosoni mõjul. Kuller edastab mõju ühelt osakeselt teisele, täpselt nagu tennisepall kannab endas vastase löögijõudu. Füüsikud usuvad, et piisaval kõrgel temperatuuril, näiteks sellisel, mis valitses siis, kui universum oli vaid 10^{-35} sekundit vana, olid tugevad ja nõrgad tuumajõud võrdsed ning neid kandis edasi X-bosoniks nimetatav kullerosake.

Füüsikud tahaksid tõestada, et ka gravitatsioon on selle ülijõu üks tahke. Nad oletavad, et gravitatsioon eraldus teisest kolmest jõust umbes 10^{-43} sekundit pärast Suurt Pauku, kuid enne, kui on võimalik osutada nelja jõu ühisele alusele, tuleks gravitatsiooni kirjeldada kvantteooria raamistikus. Teiste jõudude kirjeldamisel on kvantteooria osutunud üle ootuste edukaks, kuid gravitatsiooni paigutamine kvantteooriasse on pehmelt öeldes kohutavalt keeruline.

Kui ühendteooria loomine peaks kord õnnestuma, loodavad füüsikud, et saavad vaadata ajas tagasi kuni loomishetkeni välja ning mõista, kuidas universum 13,82 miljardi aasta eest mitte millestki tekkis.

kundit vana. See on arv, mille ülestähendamiseks oleks meil pärast nulli vaja kirja panna veel 34 nulli, ning alles siis võiksime nende ette kirjutada number ühe.

See on tohutult väike ajaühik, kuid ekslik oleks arvata, et see on loomishetkele piisavalt lähedal, et sellest enam suuremat ei oleneks. Kuigi universumi struktuur ei muutu praegu enam eriti isegi miljoni aasta jooksul, toimusid muutused universumi lapsepõlves märksa kiiremini.

Füüsikute arvates toimus universumi eluea esimese kümnendiksekundi ning esimese sekundi vahel vähemalt sama palju olulisi sündmusi kui esimese sajandiksekundi ja kümnendiksekundi vahel ning sama kehtib sealt omakorda logaritmilist skaalat pidi alguse poole tagasi minnes. Universumi ajalugu tagasi kerides – täpselt nagu tagurpidi jooksma pandud filmi vaadates – näeme järjest aktiivsemat tegevust.

See on nii põhjusel, et varane universum oli täidetud elektromagnetkiirgusega, mille moodustasid väikesed energiapaketid, footonid. Mida kõrgem on temperatuur, seda aktiivsemad on footonid. Kõrge energiatasemega footonid võivad muunduda aineosakesteks, sest nagu Einstein näitas, on mass (m) lihtsalt üks energia (E) avaldumisvorme. Sellest ka kuulus võrrand $E = mc^2$, milles c on valguse kiirus.

Einsteini võrrand osutab, et aineosakesed massiga m saavad tekkida siis, kui leidub kiirgusosakesi, mille energia on vähemalt mc^2. Ehk teisiti öeldes: on olemas temperatuur, mille ületamisel jätkub footoneil piisavalt energiat, et tekitada massiosakesi massiga m, ja millest allpool footonid massiosakesi luua ei suuda.

Vaadates ajas piisavalt kaugele tagasi, jõuame hetke, mil temperatuur oli niivõrd kõrge ja footonitel oli niivõrd palju

energiat, et nende omavahelisel põrkumisel tekkis energiakiirgusest aine. Seda, millised olid need osakesed enne universumi 10^{-35} sekundi vanuseks saamist, me ei tea. Võime ainult väita, et need pidid olema märksa massiivsemad praegu teadaolevatest osakestest, näiteks elektronidest ja t-kvarkidest.

Aja möödudes temperatuur langes ja universum muutus järjest väiksemate osakeste supiks. Igal kindlal ajahetkel, isegi kui see hetk oli kaduvväike, domineerisid teatud tüüpi osakesed. Samaaegselt toimus ka vastupidine protsess, milles aineosakeste põrkumisel tekkisid footonid ja aine muundus tagasi kiirguseks.

Milline oli füüsikute arvates universum 10^{-35} sekundit pärast Suurt Pauku?

Ütleme nii, et kogu see ruum, millest pidi edaspidi saama vaadeldav universum läbimõõduga 84 miljardit valgusaastat, oli umbes hernetera-suurune. Ülitiheda aine temperatuur selles oli kujuteldamatud 10^{28} kraadi.

Füüsikute arvates oli footonitel sellise temperatuuri juures just parasjagu energiat, et luua prootonist miljon miljardit korda massiivsem X-bosoni nimeline osake. X-bosonit pole meil veel vaadelda õnnestunud, sest selleks oleks meil tarvis Maal asuvas laboris luua tingimused, mis valitsesid kõigest 10^{-35} sekundit pärast Suurt Pauku.

Kui kaugele ajas tagasi saavad füüsikud oma laboreis vaadata?

Füüsikud saavad tagasi vaadata aega, mil universum oli umbes triljondik (10^{-12}) sekundit vana. Selleks ajaks oli temperatuur langenud saja miljoni miljardi kraadini, mis on ikkagi kümme miljardit korda kõrgem temperatuur kui praegu Päikese keskmes. 2012. aastal lõid füüsikud umbes samasugused

tingimused Euroopa Tuumauuringute Keskuse (CERN) osakestekiirendis. Suur hadronite põrguti, nagu osakestekiirendit nimetatakse, tekitas Higgsi bosonit meenutava osakese – osakese, mis kadus universumist umbes triljondik sekundit pärast Suurt Pauku.

Vahe 10^{-35} sekundi ja triljondiku sekundi vahel on üüratu. Me teame, et enamiku sellest ajast oli aine kokku surutud tihedamalt, kui seda on meile praegu teada olev tihedaim aine – aatomituum. Temperatuuri langedes langes ka footonite energiatase ja tekkisid järjest väiksema massiga osakesed.

Ühel hetkel tekkisid neutronite ja prootonite arvatavad koostisosad ehk kvargid. Selleks ajaks kui universum oli sajandiksekundi vanune, oli see juba piisavalt jahtunud, et võiks koosneda meile suuresti juba tuttavaist osakestest: footonitest, elektronidest, positronidest ja neutriinodest. Neutronid ja prootonid olid samuti olemas, kuid neid polnud kuigi palju, kõigest käputäis.

Umbes sekund pärast universumi sündi oli temperatuur langenud kümne miljardi kraadini ja footoneil polnud enam piisavalt energiat, et hõlpsalt osakesi tekitada. Elektronid ja nende positiivse laenguga nn antiaine vastandid ehk positronid põrkusid ja hävisid, selle käigus tekkisid omakorda footonid. Kuid tänu füüsikaseaduste iseärasusele, mille põhjust me senimaani ei tea, leidus iga kümne miljardi positroni kohta kümme miljardit pluss üks elektron. Seega jäi pärast suurt laastamistööd järele pisut rohkem ainet kui antiainet ning iga elektroni kohta esines umbes kümme miljardit footonit. Selline vahekord püsib tänaseni.

Universumi ajaloo järgmine oluline verstapost on umbes üks minut pärast Suurt Pauku.

Temperatuur oli selleks ajaks langenud kõigest ühe miljardi kraadini – umbes sinnamaani, milline on see praegu ka kuumimate tähtede tuumas. Osakesed liikusid veelgi aeglasemalt ning prootonite ja neutronite puhul tähendas see, et need püsisid üksteise lähedal piisavalt kaua, et saaks tekkida tugev vastastikmõju, mis need aatomituumaks liitis. Täpsemalt öeldes moodustus kahe prootoni ja kahe neutroni liitmisel heeliumi tuum.

Üksikud neutronid lagunevad ning muutuvad umbes 15 minuti pärast prootoniteks, seega said pärast heeliumi tekkimist ülejäänud neutronitest prootonid. Füüsikute arvutuste järgi jäi iga moodustunud heeliumituuma kohta üle umbes kümme prootonit. Neist omakorda tekkis vesinik, sest vesiniku tuum koosneb ühestainsast prootonist.

See on ühtlasi ka üks parimaid tõendusi Suure Paugu toimumise kohta, sest palju aega hiljem, kui universum oli olulisel määral jahtunud, hakkasid heeliumi- ja vesinikutuumad üles korjama elektrone ja niimoodi moodustama stabiilseid aatomeid. Tänapäeval, kui astronoomid mõõdavad universumis – tähtedes, galaktikates ja tähtedevahelises ruumis – leiduvate elementide hulka, leiavad nad ikkagi ühe heeliumi aatomi kohta kümme vesiniku aatomit.

Hetk, mil universum oli piisavalt jahtunud, et elektronid võiksid prootonitega ühineda ja moodustada esimesed aatomid, jõudis kätte ligikaudu 380 000 aastat pärast Suurt Pauku. Selleks ajaks oli universumi jahtumise tempo kõvasti langenud ning temperatuur langes esimeste hetkedega võrreldes väga palju aeglasemalt, olles jõudnud tagasihoidliku 3000 kraadini. See tähistas ühtlasi ka üht märkimisväärset sündmust universumi varases ajaloos.

Kuni ajani, mil elektronid liitusid vesiniku- ja heeliumituumadega, ei olnud footonitel võimalik liikuda kuigi kaugele ilma mõne elektroniga kokku põrkamata. Vabad elektronid on footonite laialipaiskamises ja nende kõrvalejuhtimises väga osavad. Selle tõttu pidi iga footon liikuma universumis siksakilist rada pidi ning universum oli läbipaistmatu. Kui footonitega juhtuks midagi sarnast praegu ning kaugete tähtede valgus ei jõuaks meie silmisse mitte piki sirgjoont, vaid pärast juhuslikku ringiekslemist, näeksime tohutu hulga tähtede asemel hoopis piimjasvalget helendust.

Tollest ajast pärit footoneid on võimalik tuvastada veel praegugi. Need on universumis vabalt ekselnud miljardeid aastaid ning nende olemasolust annab aimu nähtus nimega kosmiline mikrolaine-taustkiirgus. Ajal, mil need footonid oma teed alustasid, valitses 3000-kraadine kuumus, kuid sestpeale on universum paisunud ligi 1100 korda suuremaks, vähendades footonite energiat. Praegu registreerime signaale vaid kõigest temperatuuril 2,725 kraadi üle absoluutse nulli.

Temperatuuri langemine alla 3000 kraadi piiri tähistas veel üht olulist sündmust. Nimelt langes kiirguse ehk footonite energiatase siis aine omast madalamaks ja sellest hetkest alates on universumis domineerinud aine ning sellele mõjuv gravitatsioon.

Universumi eluea esimesel minutil alanud elementide loomine lõppes kümnendal minutil. Selleks ajaks olid prootonid ja neutronid moodustanud vesiniku ja heeliumi tuumad. Teiste elementide, näiteks süsiniku ja hapniku tekkeks on vaja suuremat kuumust ja tihedust, kuid universum jahtus ja hõrenes veel mõnda aega. Planeetides ning ka meie endi kehades leiduvad raskemad elemendid tekkisid tähtede sise-

muses alles miljardeid aastaid hiljem.

Universum jätkas paisumist, gravitatsiooni tõttu tekkisid aineklompidest suured saared, millest said galaktikad. Need omakorda jätkasid kihutamist tühjusse, murenedes pilvedeks. Pilvedest tekkisid valgust ja soojust andvad üksikud tähed, mille südamikus toimus tuumareaktsioon. Ühel hetkel, umbes üheksa miljardit aastat tagasi, tekkis Linnuteeks kutsutava tohutu tähekeerise serval üks kollane täht. See oli meie Päike.

Kuidas me teame Suure Paugu toimumisest?

Ettekujutuse eest kaasaegse universumi kohta võlgneme suures osas tänu ameerika astronoomile Edwin Hubble'ile. 1923. aastal tõestas Hubble, et Linnutee, see suur tähissaar, kuhu kuulub ka meie Päike, on vaid üks galaktika tuhandete miljonite teiste ilmaruumi laiali paisatud galaktikate hulgas.

Hubble avastas ka selle, et enamiku galaktikate meieni jõudvas valguses esineb punanihe. Algselt pidasid astronoomid seda Doppleri efektiks. See on tuttav kõigile, kes on kuulnud, kuidas muutub mööda sõitva politseiauto sireeni heli. Eemalduva auto sireeni heli muutub sügavamaks, sest helilained venivad välja. Sama juhtub valgusega – eemalduva galaktika valguse lainepikkus venib välja ja nihkub valguse punasesse spektriossa.

Hubble leidis, et enamik galaktikaist eemaldub Linnuteest ehk teisisõnu universum paisub. Mida kaugemal galaktika on, seda kiiremini see eemaldub.

Järeldus saab olla ainult üks: minevikus pidi universum olema väiksem kui praegu. Universumil pidi eksisteerima sünnihetk, mil see paisumist alustas. Modelleerides paisumist ajas tagurpidi, jõudsid ast-

ronoomid järeldusele, et universum sai alguse umbes 13,82 miljardi aasta eest.

Suure Paugu teooria kohaselt ei ole galaktikate punanihe tegelikult Doppleri efekt. Punanihe tekib seetõttu, et aja jooksul, mis kulub valgusel kaugetelt galaktikatelt meieni jõudmiseks, on universum paisunud ning see tingib valguse lainepikkuse venimise.

Tõdemus paisuvast universumist ei tohtinuks enam olla üllatus, sest kui Albert Einsteinil oleks olnud usku oma valemisse, oleks ta seda suutnud ennustada juba 1915. aastal gravitatsiooniteooriaga, mis on laiemalt tuntud üldrelatiivsusteooria nime all. Paraku klammerdus Einstein – täpselt nagu Newton enne teda – staatilise, muutumatu, alguse ja lõputa universumi idee külge. Selle võib talle andeks anda, sest tal polnud aimu teiste galaktikate olemasolust.

Kujutlus staatilisest universumist meeldis ka astronoomidele. 1948. aastal pakkusid Hermann Bondi, Thomas Gold ja Fred Hoyle välja universumi püsioleku teooria, mille järgi universum küll paisus, kuid sellest hoolimata jäi ajas muutumatuks.

Nende teooria järgi paisus ruum ühtlase kiirusega, kuid samaaegselt tekkis kogu universumis ainet pidevalt juurde. Aine tekkimine oli just sobivas vastavuses universumi paisumisega ning seda tekkis täpselt nii palju, et hoida universumi tihedus konstantsena. Kust see aine tulema pidi, ei osanud keegi öelda. Kuid seda ei osanud öelda ka Suure Paugu teooria pooldajad.

Püsioleku teooria pidas Suure Paugu teooria konkurendina vastu kaks aastakümmet, seni, kuni 1960ndail kaks uut astronoomiaalast avastust sellele viimaks surmahoobi andsid.

Esimese avastuse tegi raadiogalaktikaid, neid hiilgesuuri raadiolainete allikaid uurinud Martin Ryle koos kolleegidega Cambridge'i ülikoolist. 1960ndail avastasid nad, et meist kaugemal asub oluliselt rohkem raadiogalaktikaid kui meile lähemal.

Kuna raadiolainetel kulub neilt kaugetelt objektidelt meieni jõudmiseks miljardeid aastaid, vaatlesid Ryle ja tema kolleegid universumit selle minevikus. Kaugemal paiknevate raadiogalaktikate rohkus pidi tähendama, et ammuses minevikus olid tingimused praegusest erinevad. Ajas muutuv universum oli aga vastuolus püsioleku teooriaga.

Ning siis, 1965. aastal registreerisid New Jerseys Holmdelis asuvas Bell Telephone Labsi uurimiskeskuses töötavad Arno Penzias ja Robert Wilson raadioantenniga, mille olid neile päranduseks jätnud esimeste kommertssatelliitide Echo 1 ja Telstar kallal töötanud insenerid, kummalise signaali. Signaal polnud pärit ei Maalt ega Päikeselt. See näis saabuvat kõikjalt taevast ning selle energiatase vastas umbes kehale, mille temperatuur on kolm kraadi üle absoluutse nulli (-270 °C).

Polnud kahtlust, et Penzias ja Wilson olid avastanud Suure Paugu tulekera järelkuma, kosmilise mikrolaine taustkiirguse. Panuse eest Suure Paugu teooria tõestusse anti neile 1978. aastal Nobeli preemia, mida nad jagasid vene päritolu füüsiku Pjotr Kapitsaga.

Kosmoloogia kohta leiad lugemist ka peatükist „Päev, mil algas aeg“ lk 49.

Aju salajane elu

Me oleme inimkehas sorinud ligi tuhat aastat, sestap on 21. sajandil uue organi leidmine erakordne saavutus. Aga just sellega said hakkama kaks teadlast. Nende avastus algas lihtsast küsimusest: mis toimub siis, kui aju puhkab ja mitte midagi ei tee? Douglas Fox uurib lähemalt.

1953. aastal lasi Louis Sokoloff 20-aastasel tudengil pikali heita, kinnitas tema peanahale elektroodid ja torkas nõela