

Einar H. Guðmundsson

Vangaveltur um heimsmynd nútímans

Ágrip

Erindið skiptist í fjóra kafla:

1. Kenningin um heitan Miklahvell.

Byrjað var á því að gefa örstutt yfirlit yfir sögu alheims frá upphafinu í Miklahvelli til dagsins í dag, tæplega fjórtán milljörðum árum síðar. Meðal annars var minnst á uppruna léttra frumefna á fyrstu mínútunum í heitum frumheimi og aðskilnað efnis og geislunar um fjögur hundruð þúsund árum síðar. Geislunin mælist nú sem örbylgjukliður. Fyrstu stjörnuþokurnar mynduðust um einum milljarði ára eftir Miklahvell og jörðin og sólkerfið þegar alheimurinn var um níu milljarða ára gamall. Fyrstu lífverurnar á jörðinni komu svo fram fyrir rúmlega þremur milljörðum ára.

Næst var rætt stuttlega um þenslu alheimsins og hvernig bæri að skilja hana sem sívaxandi aðskilnað vertrarbrautahópa. Án tillits til raunverulegrar stærðar alheimsins eru allar athuganir okkar takmarkaðar af svokallaðri agnasjóndeild. Lengra sjáum við ekki vegna endanlegs aldurs alheims og endanlegs hraða ljóssins. Frá okkur séð greinist alheimur því í tvo hluta, hinn sýnilega heim og svo það sem utar er og við höfum engar upplýsingar um. Endanlegur hraði ljóssins gerir það einnig að verkum að því lengra sem horft er út í geiminn þeim mun lengra er skyggst aftur í tímann. Lengst í burtu í öllum áttum er sjálft upphafið, Miklihvellur, sem skilgreinir agnasjóndeildina. Við sjáum reyndar ekki alla leið þangað heldur að stöðum sem svara til þess tíma í sögu alheims þegar geislunin losnaði frá efninu (um fjögur hundruð þúsund árum eftir Miklahvell). Ljóseindir örbylgjukliðsins eru þar af leiðandi elstu ljóseindir sem við sjáum og lengst að komnar. Nákvæmar rannsóknir á stefnuhneigð geislunarinnar veita mikilvægar upplýsingar um ástand alheimsins skömmu eftir Miklahvell og niðurstöður mælinga má annars vegar tengja við myndun vertrarbrauta og þyrpinga þeirra og hins vegar við skammtaflökkt í frumheimi sem myndaði þá kekki er síðar urðu að vertrarbrautahópum.

2. Rúmfræðileg gerð alheims.

Stjarnfræðilegar athuganir benda til þess að hinn sýnilegi heimur sé bæði einsleitur og stefnusnauður. Ekki er vitað með vissu hvernig á þessu stendur en almennt er álitid að orsökkin geti verið óðaþensla (e. inflation) í frumheimi sem sléttaði úr öllum hrukkum og misfellum.

Í heimsfræðinni hefur löngum verið gengið út frá því að alheimurinn sé allur eins og hinn sýnilegi hluti hans, þ.e. að hann sé og hafi ávallt verið einsleitur og stefnusnauður um sérhvern punkt. Er sú fullyrðing gjarnan nefnd meginforsenda heimsfræðinnar. Bein stærðfræðileg afleiðing af henni er sú, að þau heimslíkön sem til greina koma eru (a) líkön með jákvæða sveigju, (b) líkön með enga sveigju og (c) líkön með neikvæða sveigju. Venjulega er gert ráð fyrir því að líkön sem hafa jákvæða sveigju séu hin einu sem eru endanleg (takmörkuð, lokuð) og að hinar tvær gerðirnar svari til óendanlegra heima. Þetta eru þau líkön sem fjallað er um í kennslubókum.

Stjarnfræðilegar athuganir benda til þess að heimurinn okkar sé mjög nálægt því að vera ósveigður (flatur). Það er í fullu samræmi við hugmyndir manna um óðaþenslu í frumheimi. Reyndar eru veikar vísbendingar um það í örbylgjukliðnum og einnig í dreifingu vetrarbrauta að heimurinn geti verið jákvætt sveigður en óvissan er talsverð og of snemmt að fullyrða nokkuð í því efni.

Þegar fræðin um sveigju heimslíkana eru könnuð nánar, kemur í ljós að almenna afstæðiskenningin segir aðeins til um staðbundna sveigju líkana en ekki lögun þeirra (grannfræði eða tóþólógíu). Til eru óendanlega mörg flöt og neikvætt sveigð líkön, sem jafnframt eru takmörkuð og lokuð. Okkar heimur gæti vel verið þeirrar gerðar, svo framarlega sem alheimurinn er nógu stór og til muna stærri en hinn sýnilegi heimur. Um þetta var fjallað nokkuð ítarlega í erindinu og nefnd dæmi um óhefðbundin lokuð heimslíkön, t.d. tólf-flötungsheim Poincarés. Slíkt líkan byggir á reglulegum tólf-flötungi þar sem hver flötur er fimmhyrndur. Með því að líma saman gagnstæða fleti eftir snúning um 36 gráður fæst tólf-flötungsheimurinn.

3. Hulduefni og hulduorka.

Næst var fjallað um efni og orku. Mælingar síðustu áratuga hafa sýnt að venjulegt sýnilegt efni (stjörnur, geimþokur og vetrarbrautir) nemur aðeins um 1% af orku og efni alheims. Samkvæmt kenningunni um heitan Miklahvell ætti að vera mun meira venjulegt efni í geimnum, eða um 4% til viðbótar, hugsanlega í formi þéttra stjarna, svarthola, reikistjarna og geimefnis. Flest bendir til að svo sé, þótt efnið sjáist ekki beint í mælitækjum. Þessi 4% ganga undir nafninu venjulegt hulduefni.

Mælingar á þyngdarsviði sýna að til viðbótar sýnilega efninu og venjulega hulduefninu eru um 25% af massa vetrarbrautahópa af öðrum toga. Sennilega er þar um að ræða mjög veikt víxlverkandi öreindir á tiltölulega litlum hraða og er efnið því kallað kalt hulduefni. Í erindinu var m.a. sagt frá nýlegum mælingum með Hubbles-sjónaukanum og Chandra-röntgensjónaukanum sem staðfesta þessar hugmyndir. Mælingarnar voru gerðar á tveimur fjarlægum vetrarbrautaþyrpingum, sem lent höfðu í árekstri, og til þess að sjá hvar hulduefnið heldur sig þurfti að grannskoða þyngdarlinsuhrif þyrpinganna.

Árið 1998 uppgötvaðu stjarnvísindamenn sem voru að rannsaka fjarlægjar sprengistjörnur af gerð Ia að þær voru talsvert daufari en búist hafði verið við. Eina sennilega skýringin er sú, að sprengistjörnurnar séu mun lengra í burtu en áður var talið og að ástæðan sé tilvist svokallaðrar hulduorku (heimsfasta), sem veldur sívaxandi þenslu. Mælingar á örbylgjukliðnum og dreifingu vetrarbrauta hafa síðan staðfest þessa niðurstöðu og í ljós

hefur komið að um 70% af orku og efni alheimsins er í formi hulduorku. Samkvæmt hugmyndum eðlisfræðinga er hulduorkan ekkert annað en orka skammtatómsins. Enn sem komið er hefur þó ekki tekist að beita grundvallarkenningum um eðli öreinda og víxlverkana til þess að reikna rétt gildi á þéttleika hulduorkunnar. Talan sem út kemur er um 120 stærðarþrepum of há. Þetta er eitt af mikilvægustu vandamálum öreindafræðinnar.

Hulduorkan veldur spennu í skammtatóminu sem verkar sem fráhrindikraftur milli efniseinda. Spennan veldur því að þensluhraði alheims fer sívaxandi. Sá vöxtur hefur í för með sér að umhverfis sérhvern athugunarstað í alheimi (t.d. vetrarbrautahópinn okkar) myndast sjóndeild eða skynmörk (e. event horizon) í 17 milljarða ljósára fjarlægð. Á sjóndeildinni er burthraði vetrarbrauta ávallt ljóshraðinn og þegar þær eru komnar yfir mörkin getur ljós frá þeim ekki lengur borist til okkar. Orsakatengsl þeirra við okkur eru því rofin. Við munum reyndar aldrei sjá þær færast yfir mörkin heldur virðast þær smám saman hægja á sér og dofna og að lokum staðnæmast í 17 milljarða ljósára fjarlægð. Skynmörkin eru því, a.m.k. hvað þetta varðar, fyllilega sambærileg við skynmörk svarthola.

Ef hulduorkan hrörnar ekki með tímanum, þá eru athuganir okkar á alheimi bundnar um alla framtíð við svæði innan fjarlægðar er nemur 17 milljörðum ljósára. Við munum aldrei geta séð hvað er handan þeirra marka.

4. Óðaþensla, mannhorf og fjölheimur.

Samkvæmt óðaþensluhyggju var alheimur upphaflega í ástandi skammtatóms með mjög háan orkuþéttleika. Spenna tómsins olli gífurlega hraðri þenslu (óðaþenslu) sem blés út örlítið svæði þar til þau náðu stærð sem nam margfaldri fjarlægð til sjóndeildar. Orkuþéttleikinn lækkaði smám saman þar til hann hrapaði skyndilega og orkan breyttist í geislun og agnir, þ.e. gífurlega heitt rafgas. Þar með lauk óðaþenslu og við tók venjuleg útþensla. Í raun má líta á lok óðaþenslunnar sem þann atburð er venjulega gengur undir nafninu Miklihvellur. Óðaþenslan veldur því að hinn sýnilegi heimur er aðeins örlítið brot af veröldinni allri.

Hrörnun skammtatómsins er staðbundin, þ.e. hún á sér stað á mismunandi svæðum á mismunandi tímum. Þannig geta myndast staðbundnir og óháðir heimar, hver með sinn Miklahvell. Ef tómið í þessum heimum er ekki í lægsta orkuástandi getur það smogið staðbundið yfir í lægra orkuástand. Þar geta grunnfastar hugsanlega tekið önnur gildi. Einnig getur staðbundið skammtaflökt aukið orku tómsins og valdið nýrri óðaþenslu. Á þann hátt verða stöðugt til nýir heimar inni í öðrum, hver með sinn þensluhraða.

Óðaþensluhugmyndin hefur þannig í för með sér mynd af safni margra aðskildra heima. Þetta heimasafn er ein útgáfan af því sem kallað hefur verið fjölheimur (e. multiverse) og tengist m.a. hugmynd sem á undanförunum áratugum hefur gengið undir nafninu mannhorf (e. anthropic reasoning eða anthropic principle). Mannhorfshugtakið er reyndar frekar loðið, en í erindinu var það sett fram á eftirfarandi hátt: Gildin á grunnföstum náttúrunnar og þau lögmál sem ríkja í alheimi gera hann einstaklega lífvænan.

Tekin voru nokkur dæmi um fyrirbæri í náttúrunni sem eiga að sýna fram á sannleiksgildi þessarar fullyrðingar og síðan var rætt um algengustu viðbrögðin við mannhorfi.

Þau eru: (1) Tilviljun: Þetta er hrein tilviljun og því engin ástæða til að velta þessu frekar fyrir sér. (2) Frjósemi: Lífið er mun fjölbreyttara en við höldum og getur orðið til í einhverju formi við næstum hvaða aðstæður sem er. (3) Fínstilling eða vithönnun (e. intelligent design): Alheimurinn var skapaður sérstaklega fyrir lífið. Af því leiðir m.a. að til er skapari. (4) Fjölheimur: Heimurinn okkar („alheimur“) er aðeins einn af (óteljandi?) mörgum heimum sem til samans mynda safn heima er kalla má fjölheim. Náttúrulögmál eru mismunandi eftir heimum og einnig gildi grunnfasta, fjöldi vídda og svo frv. Við búum í heimi þar sem líf, eins og við þekkjum það, er mögulegt.

Það sem eftir var fyrirlestrar var eingöngu rætt um fjórða atriðið, fjölheiminn. Hugmyndin um fjölheim er langt frá því að vera ný, en hún hefur fengið byr undir báða vængi með óðaþensluhyggjunni. Nýlega hefur svo hópur strengjafræðinga bent á það, að strengjafræðin leyfi aragrúa mismunandi lausna fyrir stöðug og hálfstöðug ástönd alheimsins þar sem grunnfastar náttúrunnar taka mismunandi gildi. Þeir halda því jafnframt fram að niðurstaðan sé ekki aðeins í samræmi við óðaþensluhyggjuna heldur sýni hún að fjölheimur sé ekki eingöngu fræðileg hugarsmið. Hann sé í raun og veru til og mismunandi lausnir strengjafræðinnar svari til raunverulegra alheima sem séu einhversstaðar „þarna úti“ án allra orsakatengsla hver við annan.

Fjölheimshugtakið hefur vissulega vakið mikla og frjóa umræðu meðal vísindamanna um þekkingarfræðilegan og verufræðilegan grundvöll heimsfræðinnar. Hins vegar virðist engin leið að sannreyna tilgátuna. Það stafar einkum af því, að engin orsakatengsl eru milli heimanna. Niðurstaða fyrirlesara var því sú, að þessar annars áhugaverðu vangaveltur um fjölheim (og reyndar mannhorf líka) yrðu að teljast frumspeki frekar en raunvísindi.