

# VÍSINDI NÚTÍMANS

VIÐFANGSEFNI PEIRRA  
OG HAGNÝTING

DAVÍÐ DAVÍÐSSON · ERNEST HOVMÖLLER  
JÓN E. VESTDAL · ÓLAFUR ÞJÖRNSSON · ÞORKELL GRÍMSSON  
VILHJÁLmur P. GÍSLASON · ÞORBJÖRN SIGURGEIRSSON  
SIGURBJÖRN EINARSSON · SÍMON JÓH. ÁGÚSTSSON  
HÖRÐUR BJARNASON · TRAUСТИ EINARSSON  
ÞÓRÐUR EYJÓLFSSON



HLAÐBÚÐ · REYKJAVÍK  
1958

TRAUСТИ EINARSSON

HUGMYNNDIR MANNA  
UM ALHEIMINN  
FYRR OG NÚ

TRAVSTRI STEURBUR EINARSSON ER FÉDDUR 14. nóv. 1907 í Reykjavík. Stúdent 1927. Nám í stjórnufræði, eðlisfræði og stærðfræði við háskólana í Göttingen og München 1927—34, er lauk með doktorsprófi í Göttingen 1934. Stærðfræðikennari við M. A. 1935—44. Prófessor við verkfræðideild Háskóla Íslands frá 1945 með ahlfræði og eðlisfræði sem kennslugreinar. Hefur jafn-  
hiða kennslu stundað rannsóknir í jarð-  
eðlisfræði og jarðfræði Íslands frá 1934 og birt um þær fjölda rita og ritgerða. (Helstu verkefni: Jarðhiti, möbergsmýndanir, Heklugosið, þyngdarmælingar, bergsegulmagn). Hefur reiknað almanakið fyrir Ísland (ásamt próf. Leifi Ásgeirssyni o. fl.) frá 1952. Hefur haldið háskólatyrllestira um rannsóknarefni sín í Þýskalandi, Englandi og Hollandi. Félagi í Vísindafélagi Íslendinga frá 1941 og forseti félagsins 1950—53. Meðritstjóri að ritgerðu Vísindafélagsins á riti um Heklugosið 1947—48.

Elztu hugmyndir um alheiminn, eðli hans og sköpun, sem eru komnar framan úr grátri fornreskju, köllum við goðafræði eða goðsagnir. Slíkar artsagnir eru ekki taldar vísindi eða vísindalega kenningar. Þær byggjast að vísu án efa á athugun hlutanna og umhugsun um þá, en þeim fylgir ekki sá rökstuðningur, sem einkennir vísindin.

Figgi að stöður eru ýmsar hugmyndir, sem framan koma í elztu artsögnunum, æði merkilegar og það getur verið bæði skemmtilegt og fróðlegt að bera þær saman við niðurstöður vísindanna. Hjá ýmsum fornþjóðum, meðal annarra Indverjum, hófðu menn þær hugmyndir, að vatnið væri frumefni heimsins, úr því hafi síðar orðið til önnur efni, sem heimurinn er gerður úr. Nútíma vísindi segja, að vatnið sé samsett úr tveimur efnum, vetni og súrefni, en að vetnið, eða nánar tiltekið vetniskjarninn, sé frumefning. sem öll efni í heiminum séu gerð úr. Að vísu eru frumefningarnar fleiri, en þó má með talsverðum sannni segja, að hér sé kjarni hinna fornu speki endurborinn.

Hliðstætt dæmi má taka úr okkar eigin goðafræði. Þar kemur vatnið aftur, en nú í fösstu ástandi og sem tákni kuldans, og auk þess eldurinn sem tákni hitans. Menn hugnuðu sér tvo andstreða heima, Múspellsheim, heim hitans, og Niflheim, heim íss og kulda. Á milli þeirra var Ginnungagap og yfir það flugu eldsúr úr Múspellsheimi. En þegar saman laust eldi og ís varð af sköpun, þar spratt fram lífið og tilveran. Tilveran hafði að undirtót áök elds og íss, hita og kulda.

Núttíma vísindi segja hinsvegar, á óskáldlegra máli, að lífi-  
ið og öll framvinna í heiminum sé í eðli sínu myndbreyt-  
ing orkunnar, er á einfaldastan hátt megi tákna með orku-  
straumi frá heitum stöðum á kalda, eða útfjöfnun hitans.  
Það má segja, að forteður okkar fyrir þúsundum ára hafi, á  
skáldlegu líkingamáli, gert sér hugmyndir um tilveruna í  
heild, sem í megindráttum hafi staðirt rannsóknir og gagn-  
rými stövari tíma. Það, sem vísindin hafa gert, er að orða á  
nýjan hátt hinar fornu hugmyndir. En þau hafa raunar gert  
meira, sett örugga þekkingu í stað skáldlegs innseis og gef-  
ið kennisemingum inntak, sem tekur langsamlega fram því  
er fólst í hinni fornu skoðun. Goðfræðilegar hugmyndir  
um orkuna hrökka skammt til byggingar á orkuveru og  
dreifingu rafmagns inn á heimili manna, svo að eitthvað sé  
nefnt.

Vísindin hefjast með athugun og söfnun, varðveizlu þekk-  
ingar, niðurröðun, orsakatengingu. Skipulegar athuganir á  
stjörnunum hófust í Mesopotamíu og Egyptalandi þúsund-  
um ára fyrir Krist. Hofprestar fylgdust með göngu tungls,  
sólur og stjarna. Flestar stjörnur hafa fasta innbryðis afsstöðu  
eins og við sjáum þær á himninum og við köllum þær fasta-  
stjörnur. Þær virðast síja innan á geysistörru kúlu, er snýst  
um fastan ás. Sólin færast meðal stjarnanna, einn hring um  
himinkúluna á ári. Tunglið fer einn hring á mánuði, og  
svo þekktu menn 5 stjörnur, reikisstjörnurnar eða pláneturn-  
ar: Merkúrís, Venus, Mars, Júpíter og Satúrnus, sem fóru  
svipaða hringferð meðal fastastjarnanna, en þó á miklu dal-  
arfyllri máta.

Árstíðir eru bundnar við göngu sólur, svo að almanak,  
sem þörf var fyrir í hinum fornu menningarríkjum, þurfti  
að byggjast á stjarnfræðilegri þekkingu. Stjarnfræðin var  
hagnýt grein. Svo var stjörnuhiminninn fagur á að líta og  
það var einkennilegt, hvernig reikisstjörnurnar höguðu sér.  
En seiddu þessir hlutir hugann til þess að gera sér grein fyrir

alheiminum og stöðu mannsins í honum? Vissulega, en hér  
voru það fyrst og fremst Forngríkkir sem brutu sínn. Þeir  
voru heimsþekkingar og vísindamenn. Þeir gerðu sér heims-  
mynd, þar sem hinum himnesku hlutum var fundinn stað-  
ur, og nú hófst hugsanakjöla og þekkingarleið, sem áttu eftir  
að hafa djúptækustu áhrif, stjörbreyta hugmyndum mann-  
anna um alheiminn og stöðu mannsins í honum.

Gríkkir hugsuðu sér jörðina í miðju heimsins, en utan  
um hana lukust nokkrar gagnsejar kristalkúlur. Á þeirri  
innstu sat tunglið, þá kom himinn sólarinnar, en utan um  
sól lágu 5 himnar, hver með sinni reikisstjörnu, og loks kom  
yzt fastastjörnuhiminninn. Himnarnir snerst um vissa ása  
með jöfnum snúningshraða og á þennan hátt var hægt að  
skýra göngu plánetanna, sem annars var svo duldarfull.

Inn í þessa mynd felldu Gríkkir hugmyndir, sem voru af  
öðrum toga spunnar. Þær voru fengnar með athugunum á  
jarðnekkum hlutum, það er að segja athugun á þyngd hlut-  
anna og mætti kalla þær eðlisfræðilegar.

Menn sáu stein detta, eldtungur eða reykský stíga upp.  
Hvað olli þessu? Gríkkir gáfu á því svólátandi skýringu:  
Heimurinn er gerður eftir ákveðnu skipulagi, þar sem hver  
hlutur á sitt vissa heimkynni. Heimkynni þungra hluta er  
nærri miðju heims, staður hinna létta er utar. Því þyngri  
sem hlutur er, því nær heimsmiðju er hans rétti staður. Það  
er hægt að raska þessu skipulagi, t. d. með því að lyfta  
steinum, en sé hann friðs, er það hans eðli að leita síns heim-  
kynnis, hann fellur. Af sömu ástæðum stígur reykurinn upp.  
Gríkkjum var ljóst, að jörðin er kúla, eins og ég kem að  
stöðar, og þar eð þungir hlutir falla niður, í átt til jarð-  
miðju, var þar miðja alheimsins. Þessi kenning um eðli  
þyngdarinnar og kenningin um himnana, sem umlykja jörð-  
ina, bar að sama brúnni um það, að heimurinn er gerður út  
frá vissri miðju, og nærri miðju er mannheimur.

Og enn dýpra var hægt að skyggast inn í tilveruna. Mað-

urinn er bæði líkami og sál. Líkaminn er af eðli jarðar og hann breytir ekki þyngd sinni, þótt sálin yfirgefi hann. Sálin hlýtur því að vera mjög létt eða þyngdarlaus, og hvar mundi þá vera hennar rétta heimkynni, þegar hún er laus við líkamann? Bersýnilega á hæsta himni. Sálin stígur upp til himins.

Þessi heimsmynd fól allt í sér, hún veitti fullkominn skíning á allri tilverunni. Hún er svo rökföst og gjörhugsuð, að hún hefur hlotið að viðast óhagganleg um aldur og ævi, enda varð sú raunin á, að það líðu 1500—2000 ár, þar til veilurnar komu í ljós og þetta meistaraverk hrundi til grunna.

Það er vel þekkt, að kristnin varð fyrir miklum áhrifum af grískum hugmyndum og í þessu sambandi er vert að athuga, að kenning kristinnar um, að sálinnar stígi upp til himins fellur eðlilega inn í grísku heimsmyndina. Þegar þetta og fleira af líkum toga er athugað, er það skiljanlegra en ella, hversvegna miðaldarkirkjan barðist himni grímmu baráttu gegn öllum tilraunum til þess að leiðrétta og breyta þeirri heimsmynd.

Áður en við hverfum frá grískri stjörnufræði, er vert að gera sér grein fyrir vissum niðurstöðum Gríkkja, sem staðið hafa óhagggaðar. Þeir þekktu lögun og stærð jarðarinnar og fjarlægðina til tunglsins, fundu þessar stærðir með sinni al-kunnu flatarmyndfræði. Lögun jarðar sáu þeir af því, meðal annars, að jarðskugginn á tunglinu við tunglmörkva er jafnan bogadreginn. Á hinn bóginn sáu menn aldrei neinn skugga af undirstöðu jarðar. Hún hafði sýnilega enga undirstöðu, heldur sveif í lausu lofti. Þetta var ekki skiljanlegt frá grísku sjónarmiði á annan hátt en þann, að jörðin væri í miðju heimsins.

Þegar grísk menning leið undir lok, dóu öll vísindi að heita mátti. Hjá Rómverjum var stjörnufræði á lágum stigi og Arabar, sem þýddu grískar stjarnfræðibækur á sitt mál, iök-

uðu að vísu talsvert stjörnuathuganir, en þeir endurbættu ekki hina grísku heimsmynd. Það er fyrst með endurreisninni í Evrópu, að nýr skíningur gerir vart við sig í kringum 1600.

Sú hugmynd hafði komið fram hjá Gríkkjum, að jörðin gengi kringum sólina, en ekki öfugt, en hún náði ekki út-breiðslu; og þegar Kópernikus laust fyrir 1600 gaf út mik-ið rit, þar sem þessi kenning svo og mündulsnúningur jarð-ar voru boðuð, varð heimsbrestur. Kirkjan snérist til varna og bannfræði slíka villu.

Kópernikus tók fram, að kenningin gerði reikninga auð-veldari og að því leyri væri hún réttmæt, en í raun og veru mundi jörðin standa kyrr. Þessi yfirlýsing Kópernikusar er oft skilin sem friðmæling við kirkjuna og annað ekki. Þetta kann að vera rétt, en á hitt er einnig að líta, að það var í rauninni óskiljanlegt, að jörðin með öllum sínum þunga og því sem á henni er gæti sviðð í lausu lofti kringum sól-ina. Sólina var hins vegar ekki annað en eldur og þar af leið-andi lét og sem himneskum hlut var það henni eðlilegt, að skoðun þeirra tíma, að fara eftir hringbraut. Tycho Brahe, einn fremsti stjörnufræðingur á þessum tímum, benti og á mjög alvarlega mótbáru gegn því að jörðin gengi kringum sólina. Af slíkri brautarhreyfingu mundi nefnilega leiða af-stöðubreytingu meðal fastastjarnanna og hana hafði Tycho Brahe ekki fundið, þrátt fyrir nákvæmustu athuganir. Hann taldi því jörðina standa kyrra. Kópernikus gat ekki sannað hreyfingu jarðar, en rit hans kom miklu róti á hugi manna.

Í kjölfar hans kom Kepler, sem vann feikilegt atrið með reikningum sínum á brautum plánetanna. Hann samnaði, að brautirnar eru ekki hringar heldur sporbaugar með öðr-um brennipunkti í sólinni og leiddi út Keplerslögmálin um brautarhreyfinguna, sem síðar urðu grundvöllur að fullum skíningi á hreyfingu plánetanna. Ég skal skjóta því hér inn í til gamans, að Kepler skrifaði skáldsögu, sem heitir

Draumurinn um tunglið, en heijan í þeirri sögu er ungur Íslendingur, sem stundaði nám í stjörnufræði hjá Tycho Brahe í Danmörku.

En nú kom um sama leyti nýtt atriði til sögunnar, þar sem var uppfinnung sjónaukans. Þegar honum var beint á plánetuna Júpíter, blasti við furðuleg sjón, því að kringum þessa reikisgjörnu gengu 4 tungl og þau voru á engan sýnilegan hátt tengd við móðurhnöttinn. En auk þess mátti sjá, að pláneturnar eru ekki lýsandi deplar heldur kúlulaga ferlíki, sem sjást í endurköstuðu sólarljósi eins og jarðtunglið. Hér var þá um hnetti að ræða, samþærlega við jörðina eða stærri, og ef nauðsynlegt var að setja jörðina í heimsniðju, átti alveg það sama við um pláneturnar. Hér öðluðust menn þá vimeskju, að jörðin er ekki einstæð í heiminum, hún á sér nokkrar systur og er jafnsett þeim. Allar svífa þær í lausu lofti, snúast um eigin möndul og ganga á sporbaugum kringum sólina, án þess að þessar brautir séu efnislega til, þær eru aðeins stærðfræðilegar línur. En í rauninni hlutu vísindin að standa ráðþrota gagnvart þessari heimsmynd, það var jafn óskiljanlegt og áður að fertíki eins og jörðin gætu svífið í lausu lofti.

Það leið langt fram á 17. öld áður en skilningur fengist á þessari heimsmynd, en það gerðist með uppgötvun Newtons á þyngdarlögmálinu. Milli hverra tveggja hluta verk- ar aðdráttarafli, það er mælanlegt og óvafengjanlegt. Krafturinn fer eftir efnismagni og innbyrðis fjarlægð. Efnisþéttleiki togar í efnisjarðar, en vegna brautaröngunnar kemur fram miðflóttarafl, sem vegur upp á móti aðdráttaraflinu. Það er með öðrum orðum samspil krafta, jafnvægi milli togs og fráhrindingar, sem leiðir til þess, að jörðin er bundin við vissa braut kringum sólina, en sólin er um 300.000 sinnum efnismeiri en jörðin.

Það var ljóst orðið, að það er sami krafturinn, sem veldur falli hlutanna til jarðar og heldur tunglinu á braut þess og

jörðinni á braut um sólina. En jafnframt hafði gerzt það undur, að það varð ljósum ljóst, að sömu kraftar og sömu lögmál gilda á himni sem jörðu. Það var á mannlegu valdi að skygnast inn í leyndardóma á himni og jörð og því þá ekki að skygnast meir? Vísindunum óx stórkostlega ásmegin, menn trúðu á möguleika þess að kanna heiminn. Og næsta stóra sporíð var stigið fljótlega með spurningunni: Hvernig er sólkerfið til orðið? Þetta var mjög djörf spurning, en hún var óhjálk væmlega. Þegar þess er gætt, hve miklið innra samræmi ríkir í sólkerfinu, allar plánetubrautirnar liggja svo til í sama fleti og brautarhreyfingar og möndulsnúningur er jafnan til sömu handar. Sú kenning kom fram, að sólkerfið hefði þróast úr frumstæðri mynd, nefnilega þoku eða rykskýi, sem vegna snúnings hefði liðazt í sundur í hringi, er þéttust síðan og urðu að reikisgjörnum. Hér var komin fram alveg ný hugmynd: þróun. Heimurinn er ekki skapaður í sinni núverandi mynd, hann er árangur af þróun, sem staðið hefur óralangan tíma.

Miklar rannsóknir hafa farið fram, alle til okkar daga, á myndun sólkerfisins, en sú hefur raunin á orðið, að mönnum hefur ekki tekizt að finna viðunandi lausn á þessari gömlu gátu, þótt stórkostlegar framfarir hafi orðið á öðrum sviðum stjörnufræðinnar.

Með uppgötvun þyngdarlögmálsins var heimsmynd Grikkja endanlega hrunin og það var þá jafnframt ljóst, hver hafði verið meginveilan. Hún var sú, að Grikkir höfðu rangar hugmyndir um eðli þyngdarinnar og þeir áttu enga grundvallaða hreyfingafræði.

Nú var fenginn skilningur á göngu reikisgjarnanna og meir en það, menn höfðu fundið náttúrlögmál, sem reikna varð með, að gili um víða veröld og stjörnaði hreyfingum og framþróun í himingeimnum. Það var ekki undarlegt, þótt það hefði djúptækt áhrif á menninguna, er síku ljósi skilnings á alheiminum var snögglega bruggið upp. Það stendur

Ílka einhversstaðar: Guð sagði: „Verði Newton“, og þá varð ljós.

Nú er rétt að líta nánar á það, sem vitað er um sólkerfið. Í fyrsta lagi eru þekktar allar vegalengdir innan þess. Milli jarðar og sólar eru þannig 150 milljón kílómetrar til jafnaðar og það er 400 sinnum lengra en bilið milli tungls og jarðar. Ljósíð, sem fer svo hratt, að það getur farið 7 sinnum kringum jörðina á einni sekúndu, fer á 8 mínútum milli sólar og jarðar. Braut yztu plánetunnar, Plútós, er 40 sinnum stærrí en jarðbrautin og ljósíð er þá 10 kl. og 40 mín. að fara þvert yfir sólkerfið. Í öðru lagi er brautarhraði allur þekktur. Það var vitað fyrir tveim öldum með hvaða hraða þyrfti að skjóta byssukúlu út frá jörðinni til þess að hún kæmi ekki niður aftur og hvaða hraða þyrfti að gefa eldfliug til þess að hún yrði að tungli, sem hringsoláði kringum jörðina. Það er sem sé ekki ný þekking, að fræðilega séð sé hægt að senda á loft gerivungl, allur fræðilegi grundvöllurinn er fólgin í þyngdarlögmálinu. Newton bollalagði Ílka um sköpun gerivungla, en hann vantaði nógu öfluga byssu til þess að orðið gæti úr framkvæmdum. Hið nýja, sem gerzt hefur í gerivunglafræðum er tæknilegs eðlis, framleiðsla á eldfliugum, sem stigið geta nógu hátt og náð nægilegum hraða, en hann er um 8 km/sek. Í þriðja lagi er þekkt ehnismagn sólar og reikistjarna. Það er sem sé vitað, hvað t. d. Mars væri mörg kló, ef hann væri fluttur hingað í smápörtum og þeir vegnir á venjulega vog. Þessi vitneskja fast að langmestu leyti með beitingu þyngdarlögmálsins.

Marghátuð önnur þekking hefur fengizt um sólkerfið og með tilliti til hins almenna áhuga um möguleika geimflugs skal þetta rakið nokkuð.

Jarðtunglið er langsamlega næst jörðu af hnöttum í sólkerfinu. Fjarlægðin er aðeins 30 jarðarþvermál og með hraða gerivunglanna, 8 km/sek, tæki ferðin beinnustu leið aðeins um 13 klukkustundir. Um ástandið á tunglinu fjöl-

yrði ég ekki, það er alkunnugt, að þar er ekki loft svo mælanlegt sé og ekkert líf virðist þar hugsanlegt.

Ég tel nú upp plánetunnar í réttu röð frá sólu. Á Merkúrusi er hvorki loft né líf og líkist hann mjög jarðtunglinu. Venus er þakin þykkum lofthljúp, sem hylur gjörsamlega hið fasta yfirborð, svo að það hefur aldrei sézt. Ferð til Venusar virðist ekki freistandi.

Næst utan við jörð kemur Mars. Hann hefur þunnan lofthljúp, en ólíklegt er, að mönnum nægði það loft til öndunar. Hitinn er almennu nokkru lægri en á jörðinni, en um miðjan hnöttinn væri hiti þægilegur. Árstíðabundin lífaskipti hafa löngum þótt benda til þess, að gróður sé á Mars og þá ef til vill einnig lægri dýr. Ferð til Mars mundi taka mörg ár fram og til baka, en hún væri afar ginnleg til fróðleiks eins og ég skal brátt vliþja að.

Nú taka við Júpiter, Saturnus, Úranus og Neptúnus, sem allar eru huldar geymsibýkkum lofthljúpi, að nokkru leyti úr baneitruðum lofttegundum, og er alveg vonlaust að komast gegnum hann niður á fast yfirborð, sem raunar mun aðallega vera ís. Hinsvegar hafa þessar plánetur tungl, sem heim-sækja mætti, en þau eru loftlaus og valdalaus líflaus. Loks er Plútó, sem er á stærð við jörðina, en mjög kaldur og varla mikinn fróðleik þangað að sækja, enda mundi mannsevin illa endast til slíkrar ferðar.

Ferð til jarðtunglsins mundi gefa mönnum mynd af hlíf-inni, sem frá okkur snýr og enginn hefur augum litið. Heimsókn til Merkúrusar og Mars svo og til tunglanna mundi upplýsa um efnasetningu í sólkerfinu og gefa traustari grundvöll til skinnings á uppruna þess. Berglagarannsóknir á Mars og raunar á Merkúrusi og tunglumum mundi geta sagt okkur eitthvað um sögu þessarra hnatta. Og síðast en ekki sízt er það núverandi eða fyrirverandi líf á Mars. Ef til vill er þar líf og ef til vill finnast leifar eldra lífs í berglögum plánetunnar. Maður verður að ætla, að til-

vera lífs á Mars í nútíð og þáttíð, saga þess lífs og þróun mundi dýpka stórkostlega skilning manna á lífinu og víkka sjóneldarþrininginn meir en menn fá grunað.

Enginn skyldi halda, að þessi hugsanlega könnun á sólkerfinu sé eitthvert áhlaupaverk. Við erum ekki búinir að kanna pólsvæði jarðar enn og mikið vantar á að berglög jarðar séu að fullu könnuð. Könnun í sólkerfinu, þar sem skilyrði eru slík, að jafnvel andrúmslotíð þarf að flytja með sér, yrði verkefni margra alda. En þó getur verið, að ein ferð til Mars á næstu áratugum opni okkur furðulega útsýn yfir líf á öðrum hnetti.

Nú er kominn tími til að snúa sér að fastastjörnunum og þó má þegar ráða af því, sem áður var sagt, að fjarlægðir til þeirra eru mjög miklu meiri en vegalengdir innan sólkerfisins. Tycho Brahe fann engar árlegar afstöðubreytingar meðal fastastjarnanna og dró af því þá ályktun, að jörðin stæði kyrr. En önnur skýring væri sú, að stjörnurnar væru svo fjarri, að ekkert munaði um brautaröngu jarðar og þessi ályktun er nú orðin óhjákvæmlega.

Jafnvel eftir tilkomu sjónaukans gátu menn lengi vel ekki séð neina árlega afstöðubreytingu fastastjarnanna og það var fyrst um miðja 19. öld, sem það tókst og þá um leið fjarlægðarmæling. Síðan hefur fjarlægðarmælingum fjölgað mjög og nú hafa menn miklar upplýsingar um dreifingu stjarnanna í himingeimnum. Næsta fastastjarna er þannig sett, að frá henni er ljósið rúm 4 ár að berast til jarðar, og þessi vegalengd er 3540 sinnum meiri en þvermál sólkerfisins.

Horfi maður á alstirndan himin á vetrarkvöldi virðast stjörnurnar vera óteljandi. En þær eru þó ekki fleiri en 2—3 þúsund, og á öllum stjörnuhimninum eru aðeins um 6000 stjörnur sýnilegar með berum augum. Í vissum skilningi má þó segja, að maður sjái miklu fleiri. Við sjáum dauft lýsandi band yfir himininn, Vetrarbrautina, sem er í raun-

inni feikilleg mergð stjarna, en þær eru of daufar til þess að þær sjást hver einstök og renna saman fyrir auganu í dauft skín. Það er sem sé sjónaukinn, sem leiðir í ljós allan meginþorra stjarnanna. Án sjónaukans næði þekking okkar á himingeimnum skammt, líkt og heimur baktería og slíkra smávera væri óþekktur án smásjár.

Sumar stjörnur eru tvöfaldar; þar er um að ræða tvær stjörnur, sem ganga hvor um aðra, undir áhrifum aðdráttarafis, eins og jörð um sól, og þetta leiðir til þess, að við getum fundið einismagn stjarnanna. Kemur þá í ljós, að einismagnið er samberilegt við einismagn sólar. Í annan stað getum við af þekktri fjarlægð og sýnilegri birtu ákveðið heildarljómagn stjörnu og borið saman við sólna, og enn verða þær samberilegar. Af þessu og fleiru verður ljóst, að stjörnurnar eru sama eðlis og sólin, en þó koma hér fram margar tegundir sólna. Mjög er sennilegt, að reikisstjörnur fylgi sunnum sólum, en vegna hinnar gífurlegu fjarlægðar jafnvel til næstu fastastjörnu er alveg vonlaust að takast megi að sjá slíkar jarðstjörnur. Stjörnufræðin þekkir enn í dag ekkert ráð til að ganga úr skugga um tilveru annarra sólkerfa með beinni athugun. En hér er auðvitað víður vettvangur fyrir hugmyndaflugið. En hvað um geimflug, verður ekki hægt að leita uppi ný sólkerfi? Svartið liggur í hinum gífurlegu vegalengdum, sem fara verður. Það er erlitt að hugsa sér, að slíkar ferðir verði nokkurn tíma farnar, þegar sjálft ljósið mundi verða minnst 8 ár á leiðinni fram og til baka.

Ég hef nefnt tvístjörnur og hugsanlega tilveru sólkerfa. En 3, 4 eða fleiri stjörnur geta verið tengdar saman með aðdráttarafliinu og loks mynda þær hópa, sem í eru allt að 100.000 stjörnur. Í slíkum hópum eru stjörnurnar svo dreifðar, að aðdráttarafis gætur lítið milli hverra tveggja og sólinar vaða fram og aftur um hópinn eins og flugur í sveim og rekast sjaldan á, en sé stjarna að fara út úr hóp-

um, verkar aðdráttarafi heildarinnar á hana og dregur hana til baka. Þannig skapast lokaður kululaga hópur. Á löngum tíma verður og slík gagnverkun milli sóhnanna, að hraði þeirra og ehnismagn eða hraðaorka fer að dreifast meðal þeirra eftir vissu lögmáli. Hvað skýldi þurfa langan tíma til þess? Þessu hefur verið reynt að svara og finna þannig lágmarksaldur stjörnuhópsins, en ég sleppi tölum um aldurinn á þessu stigi. Loks má geta svokallaðra opinna stjörnuhópa. Það eru hópar tiltölulega fárra stjarna, sem fylgjast að á flugi sínu um geiminn, en eru of gísir til þess að aðdráttarafi haldi þeim saman. Þvert á móti eru þeir að ljósi í sundur vegna aðdráttarhrifa utan frá. Þessi ytri áhrif eru reiknanleg og þá má einnig finna hve langan tíma það tæki að tæta hópin í sundur. Að það hefur ekki enn orðið, bendir til takmarkaðs tíma, sem til umræða hefur verið. Á þennan hátt er hægt að reikna hámarksaldur stjörnuhópsins, en aftur sleppi ég tölum.

Auk stjarna koma víða fyrir rykský eða loftský í geimnum, sum dímur, önnur lýst upp af nálægum stjörnum. Ósýnilegt efni gerir vart við sig með þyngdaráhrifum, ef það er nógu mikið og þannig hefur komið í ljós, að slíkt efni, nokkuð jafn dreift um rúmið, er í heild engu minna en það efni, sem er í stjörnunum.

Begar dreifing stjarnanna um rúmið er könnuð, kemur í ljós, að hún hlífir vissum reglum. Stjörnuskarinn skipar sér í stærri einingu, sem við köllum Vetrarbrautarkerfið. Líkan af því líkist flatri kringlu. Þessi eining er 50—60 þúsund ljósár í þvermál og um 10 þúsund ljósár á þykkt. Sólkerfið er utarlega í þessari mynd, en kúlustjörnuhóparnir eru þéttastir við miðju hennar. Begar við horfum eftir kringlufléttinum sjáum við miklu fleiri stjörnur en í stefnuna þvert á, við sjáum Vetrarbrautaraskinið.

Ef við værum komin langt út fyrir Vetrarbrautina og gætum horft þvert á hana mundum við sjá í henni hvítildrætti.

Stjörnurar raða sér í sveipar, sem liggja í sveig frá miðju og út til jaðrana. Ennfremur mundum við komast að raunum, að sveipurinn er að snúast, ekki þó sem fastur hlutur, heldur snúast innri hlutarnir hraðar en þeir ytri. Ytri endar hvítilfarmanna dragast aftur úr, armarnir lengjast stöðugt. Öllum þessum mikla skara af sólum, sem telja verður í hundruðum milljóna, er haldið saman með aðdráttarafliinu. Ekki þó þannig, að hverjar tvær sólar verki yfirleitt hvor á aðra, til þess er blið milli þeirra allt of mikið, heldur verkar aðdráttur heildarinnar á hverja sól eins og ég gat áður um kúlustjörnuhópana. Sólirnar ganga á hringum eða sporbaugum kringum miðju kerfisins og þá kemur aftur að því sama og fyrr, að með hjálp aðdráttarflísins getum við fundið ehnismagn heildarkerfisins. Á þeim stað, þar sem okkar sól er, er hraðinn slíkur, að ein umferð tekur 200 milljón ár.

Vegna mismunandi snúningshraða í kerfinu er það stöðugt að breytast, hér fer fram þróun formsins. Orsök þessarar þróunar er í aðaldráttum ljós, hér er samspil aðdráttar og snúnings og núnnings í dreifðu efni. Út frá núverandi förmni má rekja sig til baka og þá kemur á takmörkuðum tíma til viss upphafsforms. Sé hugsanaganginum snúð við, má segja, að núverandi forn geti ekki verið árangur óendanna legga langrar þróunar, heldur takmarkaðs tíma. Þetta opnar leið til þess að meta aldur Vetrarbrautarinnar og kem ég að því seinna. Hér læt ég nægja að segja, að Vetrarbrautin var loftbákn áður en stjörnurnar urðu til við frekari samdrátt og þéttun og hinnun loftsisins.

Fram að þessu hef ég ekkert á það minnst, úr hvaða efninum stjörnurar séu gerðar, né hita þeirra eða annað ástgkonnulags, og skal þetta nú athugað nánar.

Við getum byrjað á hugsaðri eðlisfræðilegri tilraun. Við tökum járnflís og bræðum hana og hitum enn, þar til járnú er orðið loftkent. Þetta glóandi loft sýnum við eðlis-



fræðingi og segjum honum að geta, hvaða efni þetta sé. En hann segist ekki þurfa að geta, hann lætur ljósið frá loftinu falla gegnum þristrent gler, leysir það þannig upp í frumparta sína eða frumlíti og segir okkur svo, að efnið sé járn. Skýringin er sú, að sérhvert efni í ástandi glóandi lofts sendir frá sér ljós með svo skýrum einkennum, að efnið er auðþekkjandi. Af þessu er sprottin aðferð til efnagreiningar, sem heitið getur litrófshagreiningu, og það liggur auðvitað beint við að beita henni við hinar glóandi sólar, sem reynast undantekningarlaus í lofkenndu ástandi. Aðferðinni hefur raunar verið beitt í heila öld og með þeim árangri, að nú er hægt að orða meginniðurstöðuna þannig: Stjörnurnar eru gerðar úr þeim frumefnum, sem við þekjum á jörðinni og öðrum ekki. Efnið er eitt og hið sama, hvar sem er í Vetrarbrautinni og raunar hvar sem er í hinum þekta heimi, eða nákvæmar orðað, frumpartar efnisins eru allstaðar hinnir sömu, og þetta er raunar ekki annað en við mátti búast, mundi eðlisfræðingur segja. Könnun á ljósi stjarnanna fræðir okkur um margt fleira, svo sem yfirborðshita og hlutfallslegt magn hinna ýmsu frumefna.

Hitt er all-mismunandi, frá 1500°C og eru stjörnurnar þá dumbovaðar, og upp í 30.000°C eða meir og er liturinn þá blár. Okkar sól hefur 6000°C yfirborðshita og telst gul og er að þessu leyti miðlungssól. En hún er það raunar að öllu leyti, hún er uppmáluð meðalmennskan í ríki stjarnanna, og við skulum vona, að hún haldi áfram að vera það, svo að hún hvorki steiki okkur né frysti.

Nú er komið að því, að hægt sé að flokka sólirnar eftir hinum ýmsu eiginleikum, og fast þá mjög merklæg niðurstaða. Hana má orða þannig, að hinn ýmsu eiginlekar, svo sem hiti, stærð, efnismagn, ljósmagn eru tengdir sín á milli. Meginþorra stjarnanna má skipa í eina röð þannig: Við annan endann eru þær stjörnur, sem eru allt í senn, heitastar, bjartastar, þyngstar og stærstar. Við hinn endann er allt

minnst í staðinn fyrir mest, og á milli endanna er röðin óslitin. Okkar sól er næri miðri röð og hún er miðlungssól að hita, birtu, stærð og þyngd, eins og áður segir.

Lítili hluti stjarnanna fellur ekki inn í þessa röð; þær eru þó eigi að síður merkllegar, en það mundi flækja málið um of, ef ég færi hér frekar út í það.

Það sem mönnum hlýtur að detta í hug: er þeir virða fyrir sér þessa meginröð, er að hér sé um þróunarkerfju að ræða og þetta var um tíma álit stjörnufræðinga. Var þá haldið, að hver stjarna flyttist með tímanum langs eftir röðinni, byrjaði stór og endaði lítil. En þetta fær þó ekki lengur staðizt, þróunin er talsvert önnur og kafa verður dýpra eftir skýringu á röðinni í bóksaflegri merkingu, því að nauðsynlegt er að kanna innri gerð sólanna og þá framvindu, sem þar verður.

Það kann að hljóma dálítilið einkennilega, þetta, að kanna innri gerð sólanna, en þó er ekki mjög erfitt að gera sér grein fyrir, hvernig það megi verða. Í ytri lögun sólar er ekki hugsanleg nein orkuframléiðsla. Ljósorkan, sem geislar frá yfirborði sólar í sífellu, hlýtur að vera komin dýpra að úr heitari lögun, en um það, hvernig orka berst frá einum stað á annan glida þekkt eðlisfræðileg lögmál. Ef viss orka á að berast upp til yfirborðs sólar, sem hefur vissa stærð og viss efnismagn, þá verður hitinn að stiga eftir vissri reglu frá yfirborði til miðju.

Svona reikninga framkvæmdi enski stjörnufræðingurinn Eddington fyrstur fyrir um 30 árum og hann komst að þeirri merkllegu niðurstöðu, að allar stjörnur í meginröðinni hefðu svo til sama miðjuhita, nehlílega 20 milljón gráður Celsius.

Nokkru síðar kom í ljós, að þetta er einmitt sá hiti sem þarf til þess að viss framléiðsla á kjarnorku fari fram. Þróun stjarnanna og þýðing meginraðarinnar verður nú skiljanlegri. Stjörnurnar byrja sem víðáttumiklir, þunnir en

kaldir loftmekkir. Þær dragast saman vegna úrgeislunar, en hitna við það hið innra og þetta heldur áfram, þar til náð er 20 milljón stigum í miðju. Þá byrjar framleiðsla á kjarnorku, þannig að vetni rennur saman og myndar helíum, og nú kemst á jafnvægi milli orkuframleiðslu og úrgeislunar: Sjámannan hefur stannað á meginröðinni. Jafnvægið hefur meðan vetni er til í stjörnunni og orkuframleiðslan er við líði.

Því má skjóta hér inn í, að það sem menn dreymir nú hvað stærsta drauma um, er að framleiða orku líkt og sólinar fara að, með því að breyta vetni í helíum. Hinn gífurlega há hiti, sem er nauðsynlegur, er þar mestur þrándur í götu og framleiðslan hefur ekki enn tekið, nema í ranghverfu frannvinduunar, vetnissprengjuunni. Þó var nú síðustu daga sagt frá því í fréttum, að Bretar hefðu framleitt 5 milljón stiga hita og stigið fyrsta sporið á þessari braut.

Svo við víkjum aftur að stjörnunum, nætti varpa fram þessari spurningu: Ef sólin væri eingöngu úr vetni, eftir hve langan tíma hefði það allt breytt í helíum með núverandi úrgeislun og orkuframleiðslu? Þessu er auðvelt að svara. Talan verður auðvitað stór, en á því ráðum við bót með því að velja hæfilega einingu. Ég hef nokkrum sinnum áður minnt á aldursákvæðanir í himingeimnum, en forðart að nefna tölur, en nú er kominn tími til að geta þeirra. Sem aldurseinngu verðum við að velja 1 milljarð ára, eða þúsund milljónir. Þá verða allar aldurstölur, sem fyrir koma, fáeinir einingar. Sólin mundi þá geta lifað á tómu vetni í 30 milljarða ára. En nú er vitað að sólin er enn gerð að 9/10 hlutum úr vetni svo að hámarksaldur hennar er 3—4 milljarðar ára. Og hér er nú rétt að geta annarra aldursákvæðana. Elzta berg á jörðinni er 3—4 milljarðar ára. Aldur tunglsins er hinn sami og sama er yfirleitt að segja um aðrar aldursákvæðanir í himingeimnum. Við komumst að þeirri niðurstöðu, að sólkerfið, sólin sjálf, stjörnunar, stjörnuhópar og Vetrarbrautin í heild, allt hefur þetta svipaðan aldur, er til

orðið um sama leyti fyrir nokkru skemmri tíma en 5 milljarðum ára, þó að einstaka sólar séu verulega yngri. Líff hefur verið á jörðinni um það bil helming þessa tíma.

Samkvæmt þessu getur sólin skinið með svipuðu magni og nú í margra milljarða ára.

Ég sagði, að sólin væri að 9/10 hlutum úr vetni. Afgangurinn er að mestu helíum, og öll önnur efni samanlagt mynda aðeins um 1% af þunga sólar. Svipaðar niðurstöður fást yfirleitt fyrir aðrar sólar, og útkoman verður því sú, að efnið í Vetrarbrautinni sé að mestu vetni, nokkuð er af helíum, en öll hin frumefnin, um 90 talans, má líta á sem smávegis óhreinindi. Við sjáum, hvernig helíum verður til inni í stjörnunum við eyðingu vetnissins og á sama hátt verður það ekki óeðlileg tilgáta, að einnig hin frumefnin skapist þar fyrir samruna léttrari atómkjarna. Þó eru á slíkri kenningu verulegir agnúar, þar eð miklu herra hiasig þarf til en við breytingu vetnis í helíum. Slíkur regnhiti kemur ekki fyrir í stjörnunum meginraða eins og fyrir segir, en það er álit stjörnufræðinga, að í sumum sjaldgæfum stjörnutegundum utan raðarinnar geti þetta orðið. Sé það rétt yrði meginniðurstaðan sú, að í upphafi hafi allt efni í Vetrarbrautinni og raunar heiminum verið vetni og komið fyrir sem óformað loft, en vegna þróunar síðustu 5 milljarða ára eða svo, hafi skapast sú fjölbreytni, sem nú er komin á, bæði að því er snertir efnið og formið.

Við höfum nú fyrst farið um sólkerfið, þar sem vegalengdir mátti telja í ljósmínútum og ljósstundum, síðan um Vetrarbrautina, þar sem vegalengdir komust upp í 60.000 ljósár. Þetta eru að sjálfsögðu gífurlegar vegalengdir, en þó er það svo, að við erum ekki enn kominn út fyrir tungarðinn. Sá heimur, sem stjörnufræðin þekkir, er í þvermál um 50 þúsund sinnum stærri en Vetrarbrautin, eða nokkrir milljarðar ljósára. Til þess að fá einhverja hugmynd um stærð þessa heims miðað við jörðina skulum við hugsa okk-

ur smækkun alls, þar til jörðin væri á stærð við minnsta virus eða sóttveikju, þá væri heimurinn 20 sinnum víðari en tunglbrautin. Þessi heimur er gerður af milljónum vetrarbrauta, sem hver fyrir sig er sambærileg við okkar Vetrarbraut. Þær eru ekki allar eins, þar er fjölbreytni á sinn hátt eins og meðal sólhanna. En þær eru sambærilegar að stærð og byggingu, samsettar úr hundruðum milljóna sólna og dreifðu lofti og snúast líkt og okkar Vetrarbraut. Vetrarbrautirnar eru mjög dreifðar, þannig að bilið milli þeirra er um 100 sinnum stærra en þvermál þeirra. En rúmíð á milli er ekki algerlega tóm, í því er einkum vetni, að vísu ákaflega þunnt og vel gagnsett, en efnismagn þess samantlagt verður þó ekki minna en efníð í vetrarbrautum.

Vetrarbrautirnar fara með miklum hraða um rúmíð og hreyfast í ýmsar áttir, jafnframt því sem hér kemur þó fram mjög merkilegt lögmál, sem ég vík að síðar. Áreksrar eru mjög sjaldgæfir en koma þó fyrir, og er þekkt dæmi, þar sem tvær vetrarbrautir eru að rekast á. Er sá atgangur að vonum harður, en hávaði berst að sjálfsgöðu ekki frá honum. Hinsvegar heyrast frá honum skruðningar í útvarpi, og er þetta raunar sterkasta útvarpsendistöð í heimi.

Rannsókn á útvarpsbylgjum (þ. e. rafsegulbylgjum) utan úr himingeyminnum er annars yngsta grein stjörnufræðinnar og aðeins 10—12 ára gömul. Að vísu voru slíkar bylgjur fyrst uppgötvaðar 1931 af bandarískum veðurathuganamanni, en frétin náði ekki eyrum neins, sem vildi taka hana alvarlega. Það þurfti heimsstyrjöld og mikla þróun radartækinnar til þess að uppgötva þessar bylgjur að nýju. Það voru þrekir radarvörðmenn, sem fundu þær þá, og hefur sagan sínar broslugu hliðar, því að þeir héldu fyrst, að bylgjurnar kæmu frá þýzkum flugvélum. Þeir streitust í lengstu lög geng því að gera stjarnfræðilega uppgötvun, en urðu þó að setta sig við það að lokum. Í stríðslok var svo strax farið að

reisa sérstakar radarstöðvar til stjörnuathugana og eru þær nú nokkrar starfandi. Ein hin stærsta er Jodrell Bank í Englandi, sem stundum hefur verið minnt á í fréttum undanfarið í sambandi við gervitunglin, en slík stöð getur stöðugt fylgt með göngu þeirra.

Hina nýju grein mætti kalla útvarpsstjörnufræði og hefur hún þegar leitt margt merkilegt í ljós. Sem dæmi mætti nefna, að það eru slíkar rannsóknir, sem með vissu hafa sýnt, að Vetrarbrautin hefur gormlögum og að vetni er dreift um alheimsrúmið.

Uppruni útvarpsbylgna í himingeyminnum er annars strauumar rafhlaðins loftis.

Ég gat þess hér áðan, að hraði vetrarbrautanna fylgdi merkilegu lögmáli og er þá komið að einni merkustu uppgötvun í stjörnufræði síðari áratuga. Vetrarbrautirnar eru á flóttu frá okkur. Þær fara í átt frá okkur með hraða, sem er í réttu hlutfalli við fjarlægðina til þeirra. Þessa fráfararhraða gætir ekki mikið hjá nálægustu vetrarbrautum, en þegar fjær dregur, verður hann greinilegur og við yzta mörk hins sýnilega heims, er hann orðinn helmingur ljóshraðans. Með helmingi stærri sjónauka en þeim, sem nú er statur, mundi nást til staða þar sem fráfararhraðinn er orðinn jafn ljóshraða og lengra yrði ekki séð, þótt sjónaukar stækkuðu. Þótt þessi heimur sé að vísu stór, þá kemur það undarlega við mann, að til skuli vera takmörk, einskonar mtr, sem við aldrei fáum skyggnzt yfir. Að skyggnast yfir er hér meint bóksaflega, en hugur mannsins stanzar ekki við þessi mörk, hann flýgur yfir þau, en hefur nú minna við að stýðjast en þar sem augað er til hjálpar. Sem dæmi um slíkt hugarflug má nefna furðulega nýja möguleika, sem komu til sögunnar alveg nýlega. Einhverjir hlustenda kunna að minnast þess, að fyrir skemmstu hlutu tveir ungir Kínverjar Nóbelsverðlaunin í eðlisfræði. Þeir höfðu sýnt fram á alveg óvænta eiginleika efnisins eða frummeinda þess, sem leitt hafa summa

til gruns um það, að til geti verið efnishemur, þar sem frumeindinnar svara til einda hins sýnilega heims eins og hægrí svarar til vinstri. Slíkur óþekktur heimur væri utan marka þess heims, er sjongler ná til. Þetta er ekki annað en grunnur, en það sýnir, hvernig uppgöfvanir í eðlisfræði geta leð huganum vængi til flugs um alheimsgeiminn.

Nú er að ræða nokkru nánar um hið merkilega lögmál um fráfararhraða vetrarbrautanna. Er til nokkur skynsamleg skýring á því, hvers vegna hraðinn eykst í réttu hlutfalli við fjarlægðina? Það er auðvelt að benda á hlífstræðu, sem mundi gefa svona útkomu, en það er sprenging. Hugsum okkur sprengikúlu, sem springur einhverstaðar úti í geimnum, þar sem ekki gætti aðdráttarafls. Kúlan færir í „þúsund“ mola, sem þyту í ýmsar áttir út frá sprengistaðnum og með ýmsum hraða. Brotin mundu nú halda áfram beint, hvert í sína átt, og ef ástandið væri athugað síðar mundi hin hraðfleygustu vera komin lengst og yfirleitt væri fjarlægð hvers brots frá sprengistaði í réttu hlutfalli við hraða þess. Hraðalögmál vetrarbrautanna mætti því skýra þannig, að allar vetrarbrautir, sem við sjáum, séu til orðnar við eina mikla sprengingu, efni heimsins hafi í upphafi verið saman komið í einum þéttum kekki, eða að minnsta kosti á litlum blætti. Af hraða og fjarlægðum vetrarbrautanna er einfalt að reikna hve langt er síðan að þessi sprenging hefði átt sér stað, og viti menn, það koma enn út þessir 4—5 milljarðar ára, sem reyndist svo almenntur aldur í Vetrarbraut okkar. Ef þessi skilningur á fráfararhraðanum er réttur, og það virðist hann vera, eru fyrirbrigði eins og sólkerfið til orðin, þegar allt efni í hinum þekta heimi var samankomið á litlu svæði og aðstæður gerólíkar því sem nú er. Það væri þá skiljanlegt, hve erfðilega hefur gengið að skýra uppruna sólkerfisins.

Við hljóttum líka að endurskoða það, sem sagt var í tilgátuformi um uppruna hinna þyngri frumefna. Ef til vill

eru þau ekki mynduð inni í einströkum sólum heldur í hinum upphaflega þetta frumkekki. Þessi frumkökkur hefur verið nefndur undarlegu nafni. Að sumra dómi hefur ástandið í honum minnt á ástandið í atómkjörnum, hann hefur verið einn reginstór atómkjarni og því er hann af sumnum kallður frumatómið. Hin upphaflega sprenging hefur þá verið atómsprenging og sumir eðlisfræðingar hafa reynt að skýggjast inn í það, sem gerist í slíki sprengingu. Þeir reikna út, að hún hafi verið um garð gengin á svo sem klukkutíma og þeim telst til að hlutfallsmagn frumefnanna megi skýra á þennan hátt. En þetta er ekki eina skýringin, sem mönnum hefur hugkvæmt á fráfararhraða vetrarbrautanna. Nokkrir stjörnufræðingar hafa upp á stökastið sett fram kenningu, sem lítur allt öðrum augum á ástand heimsins. Þeir segja, að þrátt fyrir fráfararhraðann hafi heimurinn um alla eilífð verið í hinum stóru dráttum eins og nú og verði eins til eilífförnóns vegna þess, að í staðinn fyrir þær vetrarbrautir, sem hverfa út fyrir mörk hins sýnilega heims, komi nýjar fram í dagsljósið með nýsköpun efnis. Efnid er sfellt að skapast, segja þeir. Þeir telja það jafnað-gengilega hugmynd, að efnid skapist stöðugt og hægt og hægt, eins og að það hafi skapast á einu „augnabliki“ fyrir 5 milljörðum ára. Sú efnissköpun, sem þessi kenning útheimtir, er svo hæglara, að fullkomlega er útlokað, að hennar hefði orðið vart á mælitæki. Þess vegna rekest þessi kenning ekki á neinar mælingar og hún er ekki heldur studd af neinum beinum athugunum á nýsköpun efnis. En við hvað stýðst hún þá? Við það, að hún mundi skapa ný viðhorf, ef hún reyndist rétt, og meðan ekki eru fundin rök sem kollvarpa henni, verður að gera ráð fyrir henni sem möguleika. Með þessari kenningu er ekki kollvarpað niðurstöðum um aldur Vetrarbrautar okkar eða þess, sem henni heyrir til, en sneitt er hjá þeirri ályktun, að efnid í alheiminum hafi takmarkaðan aldur. Það er sýnt fram á hugsanleg-

an möguleika á því, að heimurinn hafi hvorki upphaf né endi, hann sé ótakmarkaður í tíma og rúmi og slíka hugsun mun margur geta felli sig við.<sup>1)</sup> Heimstræðin á okkar dög- um glimur ekki aðeins við myndun sólkerfisins eins og fyrir 2 öldum, hún hefur fært út kvíarnar og getur nú stuðzt við beinar athuganir langleiðina út að mörkum þess heims, sem getur orðið sýnilegur. En hún getur ekki stanzað þar. Þetta stafar ekki eingöngu af því, að menn munu alltaf halda áfram að spyrja um hið óþekhta, heldur eru hér rök að baki, sem flestum munu koma á óvart. Það er nefnilega svo, ef málið er brotið til meggjar, að þegar við teljum okkur hafa uppgötvast almenn lögmál í tilraunastofu, þá göngum við yfirleitt óafvitandi, út frá sérstökum hugmyndum um himingheiminn. Lögmál eðlisfræðinnar teljum við gilda á jörðinni ekki aðeins í dag, heldur hafi þau einnig gilt fyrir milljörðum ára. En þá var jörðin á allt öðrum stað í himin- geimnum og við erum þessvegna að gera ráð fyrir, að á- standið þar hafi ekki í sér fölgandi nett, sem gerði lögmálið ógilt. Alþekkt dæmi í þessu sambandi er og tregðulögmálið. Fyrir því hafa verið færð viss rök, að hlutinnir, t. d. á jörð- inni, mundu ekki veita neitt tregðuvíðnám, miðflöttafls mundi t. d. ekki gæta, ef engar stjörnur væru eða vetrar- brautir. Tilvera þessa grundvallarlögmáls stræði þá í nánasta

1) Fyrir örfáum árum komust menn að raun um, að fjarlægðir vetrar- brautanna höfðu verið taldar af litlar og minnaði helming. Hér yrði of langt mál að skýra, hvernig stóð á þessari villu, en hún leiddi til þess, að aldur „heimsprengringarinnar“ reiknaðist of lágur og minni en aldur Vetrarbrautarinnar og einstakra eininga innan hennar. Þetta gat illa stað- izt, og kenningin um heimssprengringuna varð að sama skapi valafönn. Meðan málin stóðu þannig, virtist kenningin um nýsköpun efnis, eða st- sköpun, eina útræðið. En þegar villan í fjarlægðunum var leyst, reyndist aldur sprengringar, Vetrarbrautar og einstakra hluta hennar svo til hinn sami og þá höfði málið alle öðruvísi við. Þetta samræmi í aldri geur var verið tilviljun, heldur má líta á það sem mjög sterk rök fyrir því, að kenningin um upprunasprengingu sé rétt.

sambandi við efnistölu í alheiminum. Til þess að komast til dýpri skilnings á jafnhversdaglegu fyrirbæri og miðflötta- afli, verður að skyggjast til endimarkta veraldarinnar.

Heimstræðin er þannig í eðli sínu ekki aðeins dagra- stytting og heilabrot nokkurra reiknimeistara, heldur grund- vallarrannsókn, sem snertir skilning á hversdagslegustu hlutum. Ég gat þess áður, hvernig þyngdarlögmálið er alheimslögmál, hvernig efnistölu er alls staðar hið sama í hin- um þekhta heimi, í stuttu máli, hvernig allur hinn sýnilegi heimur er ein órjúfanleg heild. Eðlisfræðingar vita, að úti í tugþúsunda ljósára fjarlægð er að finna upplýsingar um efnisástand, sem þeir vilja fræðast um, en geta ekki framleitt í tilraunastofu. Í miðri sólinni hefur það gerzt í milljarða ára, sem eðlisfræðingar eru nú að keppast við að framkalla og valda mundi aldahefðum í sögu mannkynsins, ummynd- un vetnis í helium, framleiðsla á vetnisorku. Tæknin er af- sprengi eðlis- og efnifræði, og þannig verður það með hverju árinu ljósara, að ástandið í djúpum rúmsins er ekki óviðkomandi daglegu lífi okkar. Ég skal engu spá um það, hvaða áhrif rannsóknir á áreksstrum vetrarbrauta kunni að hafa á útvarpstækni, eða hvort sprengingar rísaólina í fjar- lægum vetrarbrautum, sem er ekki óalgengur atburður, kunni að byggjast á fyrirbrigðum, sem notuð verði í hverju eldhúsi efnis nokkra áratugi. Ég bendi aðeins á, að úti í himingheimnum gerir náttúran sjálf tilraunir með efnistölu, sem eru á vissan hátt viðtækari en þær tilraunir, sem unnt er að gera í tilraunastofu, og ekkert er eðlilegra en að tækni- in sækji þangað hugmyndir í nútíð og framtíð. Og ég vil enda þetta yfirlit yfir þróun hugmyndanna um alheiminn með því að undirstrika muninn á fyrri hugmyndum, sem gerðu greinarmun á jarðneskum og himneskum lögmálum og hinum nýrri hugmyndum þar sem heimurinn er ein ó- rofa heild, þar sem ein lög gilda, þar sem nán tengsl eru á milli þess minnsta og þess stærsta, þess næsta og þess fjarsta.

Eftir því sem eðlisfræði og efnifræði þróast lengra, verða mörkin milli þessara vísindagreina óákveðnari. Þessu var ekki þannig farið á 18. öld, þegar Lavoisier, sem hefur verið kallaður „faðir efnifræði nútímans“, var hálshögguinn, þar eð franska stjórnarbyltingin „þurfi ekki á vísindamönnum að halda“. Á miðjándu öld, þegar Mendelejev kom fram með frumefnakerfi sitt, var enn talssvert djúpt staðfest milli þessara fræðigreina. Grundvallarvöðlangsefni efnifræðinnar var þá að finna ný frumefni og slepa þeim saman á eðlilegan hátt. Mendelejev raðaði efnunum í kerfi efnir frumefndarþrygd á svipaðan hátt og dögum ákveðins mánaðar er raðað á blaðsíðu efnir útkum. Frumefnin í sömu löðréttu röðinni (sem svara t. d. til sunnudaganna eða föstudaganna) hlafa svipaða eiginleika til að bera. Á þeim tína voru sum frumefnanna ófundin, og urðu því efnir að seiði í kerfinu á nokkrum stöðum. Mendelejev spáði því, að síðar mundi finnst frumefni, sem svörðu til eyðnanna í töflunni og sagði einnig fyrir eiginleika þeirra. Spá hans reyndist rétt.

Þá er það atriðið, sem leikmönnum er að líkindum einna hugleiknasti: nokkin efnifræðinnar í franleiðslunni. Svo að segja öll iðnaðarframléiðsla nú á dögum er komin undir efnabreytingum. Hin margvíslegu efnasambönd, sem orðin eru að ómíssandi hlífnaðsýnium manna nú á tímum, eru fengin með því að taka hráefnin, sem náttúran leggur okkur upp í hendur, og breyta þeim ýmislega með því að raða frumefndum þeirra og sameindum á nýjan hátt. Forsjóri Du Pont rannsóknarstofnunarinnar segir frá franleiðslu nokkurrá af niðilvægunstu efnum stórtíðnaðarins í grein sinni „Undirstaða efnaiðnaðarins“, og vísindarísjóri blaðsins „New York Times“ skýrir frá öðrum atriðum þessa máls í greininni „Efnifræðibyltingin“.

Lofs er að minnast á hagrýtingu vísindanna í stríðinu. Mörgum vopnum þessa vísindalega stríðs er haldið stranglega leyndum af þessum eða hinum stríðsaðilijunum, en frá sumum er hægt að segja, af því að þau eru öllum stríðsaðilijunum kunn. Í frásögn sinni af vísindunum í stríðinu og efnir stríðs lýsir G. R. Harrison tilrannum stríðsþjóðanna að franleiða stærri og sterkari skriðdreka, hraðflögari flugvélar, fullkonnari ljósmýnda vélar, markissari fallbyssar og ljófskeytaníðunartæki, sem nota má til að finna skotnörk í myrkhri eða þoku.

## A. HIMINGEIMURINN

NIKULÁS KÓPERNIKUS:

### Kenningin um göngu jarðar um sólu

Þrausti Einarsson íslenzkadi

UM KNATTLÖGUM HEIMSINS

Ver hefjum máli vort með því að staðhæfa, að alleimurinn sé knattlagga, að nokkru með þeim rökum, að þetta snið, sem er órofin heild og án sam-skeyta, er fullkonnast allra myndra, að nokkru vegna þess, að knötturinn býr yfir mestu rými alla forms og er því bezt til þess fallinn að fela í sér alla hluti og halda þeim í skorðum, enn fremur sökum þess, að einstakir hlutar heimsins, og á ég þar við sól, tungl og farandsjörnur, birtast sjón-um vorum í hveis líki, eða enn sakir þess, að allir hlutir leitast við að taka á sig knattlögum, eins og sést á vahnsdöpa og öðrum fljóandi hlutum, er þeir af sjálfs dáðum skapa sér takmörk. Vegna þessa mun enginn draga í efa, að sú mynd sé hinn tunglum eðlileg.

UM KNATTLÖGUM JARÐAR Í SAMÁ MÁTA

Að jörðin sé á sama hátt knöttur, er vafalaust, þar eð hún þjappast að miðjunni frá öllum hlíðum. Þótt vér verðum eigi beinhlíns áskynja þeirrar lögunar fyrir sakir hárra fjalla og djúpra dala, og lídir það ekki hina almennu knattmynd jarðarinnar. Þetta má þannig skilja: Fyrir sjónum þeirra, er fara frá einhverjum stað til norðuráttar, ris smám saman hið nýrðra himniskantið, en suðurnöf daglegs himninnings sekkur að sama skapi. Flestar sjörnur í nágreimi Stóra bjarnar hætta að ganga undir, og í suðri koma aðrar sjörnur ekki framur upp. Því dæmis sést Kanópus eigi á Ítalíu, þótt Egyptar sjái hann, og á Ítalíu sjást yztu sjörnur Fljótsins, sem eru ósýnilegar oss hér norður frá. Hins vegar ganga þessar sjörnur hærra upp á himinnum, er menn ferðast suður á bóginn, en hinar, sem hærra standa hjá oss, ná þá minni hæð. Því er augljóst, að jörðin er hneppt mill-um skautanna og er knattlagga. Því má bæta við, að íbúar Austurlanda sjá