

(Ath.: Þessi grein birtist ásamt nokkrum myndum í ritinu *Brynjólfur biskup, kirkjuhöfðingi, fræðimaður og skáld*. Ritstj.: Jón Pálsson, Sigurður Pétursson, Torfi H. Tulinius. Reykjavík 2006, bls. 247-291.)

Heimsmýndin í ritum lærðra Íslendinga á sautjándu og átjándu öld

Einar H. Guðmundsson, Eyjólfur Kolbeins og Þorsteinn Vilhjálmsson

1. Inngangur

Líkt og annars staðar í Evrópu leið umtalsverður tími frá því sólmiðjukenningin var sett fram þar til hún náði að festa rætur hér á landi. Sennilega hafa fyrstu fréttir af kenningunni borist hingað þegar á sextándu öld, en það var ekki fyrr en eftir miðja átjándu öld sem byltingu Kóperníkusar lauk endanlega í Danaveldi og þar með einnig á Íslandi.

Hér verður fyrst fjallað stuttlega um sólmiðjukenninguna og hvernig henni var tekið í Evrópu. Þá verður rætt um þróun heimsmýndarinnar í Danmörku og dregin upp mynd af kennslu og rannsóknum í stjörnufræði og náttúruspeki við Hafnarháskóla á sautjándu og átjándu öld. Sagt verður frá bókum sem notaðar voru til kennslu í þessum greinum, en ætla má að flestir ef ekki allir íslenskir Hafnarstúdentar þess tíma hafi lesið umræddar bækur eða að minnsta kosti blaðað í þeim.

Meginhluti greinarinnar fjallar um þá heimsmýnd stjörnufræðinnar sem birtist í ritum lærðra Íslendinga á sautjándu og átjándu öld. Reynt verður eftir föngum að tengja þróunina hér á landi við það sem var að gerast erlendis. Það er meðal annars gert með því að kanna þær erlendu heimildir sem íslenskir höfundar studdust við í ritum sínum.

Helstu rit Íslendinga um þetta efni eru dispútatiur (framsöguerindi í kappræðum) á latínu, sem allar voru samdar á námsárum höfundanna í Höfn og prentaðar þar. Einnig koma við sögu íslenskar rímbækur sem og þýðingar úr erlendum málum.

Af sautjándu aldar höfundum verður hér fyrst og fremst fjallað um biskupana Gísla Þorláksson á Hólum og bróður hans Þórð Þorláksson í Skálholti. Þá verður rætt um áhugaverðar dispútatiur frá byrjun átjándu aldar eftir þá Þorleif Halldórsson skólameistara og Magnús Arason landmælingamann. Að lokum er sagt stuttlega frá þeim ritgerðum Stefáns Björnssonar reiknimeistara þar sem heimsmýndin kemur við sögu og minnst á ýmis rit upplýsingarmanna um það efni frá seinni hluta átjándu aldar.

2. Bylting Kóperníkusar

Með hugtakinu bylting Kóperníkusar er átt við tímabilið frá því sólmiðjukenningin kom fyrst fram þar til hún hafði endanlega leyst jarðmiðjukenninguna af hólmi sem ríkjandi heimsmýnd stjörnufræðinnar. Breytingin tók um það bil tvær aldir og var hluti af mun víðtækari þróun, svonefndri vísindabyltingu sem náði til flestra þátta mannglegrar viðleitni til þess að skilja heiminn og stöðu mannsins í honum.¹

Eins og nafnið gefur til kynna er bylting Kóperníkusar kennd við stjörnufræðinginn Nikulás Kóperníkus (1473-1543). Upphaf hennar er venjulega rakið til ársins 1543 þegar bókin *De revolutionibus orbium coelestium* (Um snúninga himinhvelanna) kom fyrst út.² Þar setur Kóperníkus sólmiðjukenninguna fram í smáatriðum og beitir henni gegn jarðmiðjukenningunni eins og henni er lýst með aukahringjum og hjámiðjum í verkinu *Almagest* eftir Kládíus Ptólemaíos (um 100 - um 170).³

2.1 Jarðmiðjukenningin

Jarðmiðjukenning Ptólemaíasar var viðamikil kenning sem gat gert grein fyrir fjölmörgum atriðum í hreyfingum himintungla. Hún var hins vegar lengi vel ekki þekkt til hlítar í Evrópu miðalda frekar en mörg önnur andans verk sem Forngríkkir létu eftir sig. Nokkur minni háttar rit um stjörnur og heimsmýnd gengu milli manna í Evrópu á þessum tíma en þau gáfu aðeins daufa mynd af forngrískri stjörnufræði. Þetta fór að breytast á fyrri hluta þrettándu aldar þegar lærdómsmaðurinn Jóhannes Sacrobosco (d. um 1256) hóf að kynna fræði Ptólemaíasar og fleiri í aðgengilegum ritum sem breiddust ört út í Evrópu.

Af íslenskum handritum má merkja að hugmyndir miðalda um þessi efni höfðu borist til Íslands þegar á tólftu öld (Rím 1). Í handritinu Rím 2 frá miðri þrettándu öld má einnig sjá að rit Sacroboscós hafa borist til Íslands furðu fljótt, líklega fyrir tilstilli Benediktsmunka. Þannig hafa Íslendingar á þessum tíma kynnst innviðum jarðmiðjukenningarinnar að einhverju leyti.

Einnig eru í þessum handritum innskot með efni sem virðist algerlega innlent eða norrænt að uppruna, líklega sprottið af þörfum sjómanna fyrir þekkingu á stjörnum og sól. Frægast af þessum innskotum er svokölluð Odda tala, kennd við Stjörnu-Odda Helgason, en hér er ekki ástæða til að fjalla nánar um hana.⁴

Samkvæmt jarðmiðjukenningunni er jörðin algerlega kyrr í miðju alheimsins. Um hana snúast himinhvelin frá austri til vesturs. Röð hvelanna var nokkuð á reiki eftir höfundum en oftast var hún talin sem hér segir: Tungl, Merkúrius, Venus, Sól, Mars, Júpíter og Satúrnus. Hvel sólarinnar snýst einn hring um jörðina á hverjum sólarhring. Hvel fastastjarnanna snýst einum fleiri hringi á ári og hvel tunglsins snýst einum færri hringi á mánuði. Hvel hinna föruhnattanna snúast með heldur meiri óreglu. Til dæmis fylgja hvel Merkúriusar og Venusar í aðalatriðum snúningi sólarhvelsins, þótt þau séu ýmist aðeins á undan eða eftir. Hvel Mars, Júpíters og Satúrnusar snúast að meðaltali örlítið hraðar um jörðina en hvel sólarinnar og jafnframt heldur hægar en fastastjörnuhvelið.⁵

2.2 Sólmiðjukenningin

Í kenningu Kóperníkusar er sólin í miðju alheimsins og jörðin ein þeirra reikistjarna sem um hana ganga. Næst sólinni eru Merkúrius og Venus, þá koma jörðin, Mars og Júpíter og loks Satúrnus. Fastastjörnuhvelið umlykur sólkerfið og snýst ekki. Tunglið gengur um jörðina og hún snýst einn hring um möndul sinn á hverjum sólarhring. Að auki gerir Kóperníkus ráð fyrir svokallaðri pólveltu, það er hægri veltu jarðmöndulsins um ás hornrétt á brautarléttu jarðarinnar.

Áður en *De revolutionibus* kom út höfðu hugmyndir Kóperníkusar verið til umræðu meðal þeirra lærdómsmanna sem höfðu aðgang að stuttu ágripi hans í handriti um sólmiðjukenninguna. Það verk, sem venjulega gengur undir nafninu *Commentariolus* (Stutt umfjöllun) og talið er ritað um 1512, kom þó ekki á prenti fyrr en 1878.⁶ Árið 1540 gaf Georg Joackim Rheticus (1514-1576) frá Wittenberg, fyrsti opinberi stuðningsmaður Kóperníkusar, út bókina *Narratio prima* (Fyrsta frásögn), stutta en vandaða umfjöllun um kenningu lærimeistara síns.⁷ Verkið var ekki ætlað stjörnufræðingum einum eins og *De revolutionibus*, heldur lærdómsmönnum almennt. Bókin, sem rituð var með samþykki Kóperníkusar, er vel skrifuð og aðgengileg. Hún átti því talsverðan þátt í að kynna sólmiðjukenninguna í hinum lærða heimi.

Sagan um það hvernig sólmiðjukenningin festi smám saman rætur í vestrænni menningu er bæði löng og flókin.⁸ Því verður ekki gerð tilraun til að rekja hana hér, heldur aðeins minnst á nokkur mikilvæg atriði er tengjast efni þessarar ritsmíðar.

Fyrst má nefna, að þrátt fyrir verulega andstöðu helstu málsvara mótmælenda og síðar kaþólsku kirkjunnar eignaðist kenningin stuðningsmenn í ýmsum löndum þegar á sextándu öld.⁹ Til viðbótar Rheticusi má til dæmis nefna stjörnufræðinginn Michael Mästlin (1550-1631) í Tübingen, stjörnufræðinginn Christopher Rothmann (um 1550 - um 1608) við hirðina í Hesse-Kassel,

stjörnufræðinginn Thomas Digges (um 1545-1595) í Englandi, stærðfræðinginn Simon Stevin (1548 - um 1620) í Hollandi, stjörnufræðinginn Filippus van Lansberge (1561-1632) í Belgíu og dulspekinginn Giordano Bruno (1548-1600) á Ítalíu.

Reikniaðferðirnar í *De revolutionibus* eru mun einfaldari en aðferðir Ptólemaíosa og þess vegna studdust ýmsir lærdómsmenn, svo sem stjörnufræðingurinn Erasmus Reinhold (1511-1553) í Wittenberg og lærisveinn hans og eftirmaður, Caspar Peucer (1525-1602), við verk Kóperníkusar, án þess að þó að fallast á hugmyndir hans um byggingu heimsins.¹⁰

Einnig má nefna að á síðustu þremur áratugum sextándu aldar gerði danski stjörnufræðingurinn Tycho Brahe (1546-1601) mikilvægar athuganir á halastjörnum og björtu nýstirni auk þess sem hann framkvæmdi nákvæmar mælingar á hreyfingu föruhanna, einkum reikistjörnnar Mars. Þessar merku athuganir áttu síðar eftir að renna stoðum undir kenningu Kóperníkusar, þrátt fyrir að Brahe sjálfur féllist aldrei á hana (sjá nánari umfjöllun í 3.1).

Andstæðingar sólmiðjukenningarinnar beittu yfirleitt fyrir sig fornum hugmyndum Aristótelesar og fleiri um hreyfingu og þyngd og auk þess beinum tilvitnunum í Biblíuna þar sem allvíða er talað um kyrrstöðu jarðarinnar.

Einfalt atriði sem skildi milli jarðmiðjukenningar og sólmiðjukenningar fólst í stærð alheimsins og snúningshraða fastastjörnuhvellsins. Menn höfðu gert sér ljóst á síðmiðöldum að þessi hraði hlyti að vera gríðarlega mikill samkvæmt jarðmiðjukenningunni vegna þess hvað fastastjörnurnar væru langt í burtu. Menn reyndu að meta fjarlægð þeirra með ýmsum aðferðum og fengu alltaf út ótrúlegar tölur um hraðann þó að einstökum niðurstöðum bæri ekki saman. Þessi vandi kemur ekki upp í sólmiðjukenningunni því samkvæmt henni er hvel fastastjarnanna hreyfingarlaust.

Annað einfalt atriði snýr að skilningi manna á þyngd hluta og falli þeirra til jarðar. Jarðmiðjukenningin gefur þá skýringu á þessu að þungir jarðneskir hlutir leiti einfaldlega inn að miðju alheimsins sem er einmitt jarðarmiðjan. Sólmiðjukenningin hafði hins vegar ekki einfalda skýringu á boðstólum fyrir en nokkru síðar þegar Ísak Newton (1642-1727) setti fram þyngdarlögmál sitt árið 1687.

Andstæðingar sólmiðjukenningarinnar bentu einnig á að ský, fuglar og aðrir lausahlutir ættu að detta burt af jörðinni ef hún væri á fleygiferð um geiminn kringum sól eins og gert er ráð fyrir í kenningunni. Þetta atriði skýrðist þegar Galíleó Galíleí (1546-1642), René Descartes (1596-1650) og Newton þróðu svokallað tregðulögmál á sautjándu öld, en samkvæmt því er hlutunum eiginlegt að halda áfram þeirri hreyfingu sem þeir hafa, og þar með að fylgja jörðinni áfram.

Ýmsir halda því fram að sólmiðjukenningin hefði ef til vill ekki náð yfirhöndinni í vísindum ef stjörnufræðingurinn hefði ekki komið til sögunnar á fyrsta áratug sautjándu aldar. Svo mikið er víst að ýmsar athuganir sem gerðar voru með honum studdu sólmiðjukenninguna ótvírætt eða féllu miklu betur að henni. Sem dæmi má nefna að uppgötvun Galíleís á tunglum Júpíters sýndi að jörðin er ekki eina reikistjarnan sem hefur tungl, en það hafði áður verið talinn veikur punktur í sólmiðjukenningunni. Þá hafði það ekki minni áhrif á lærdómsmenn að í Júpíterkerfinu mátti sjá eins konar smækkaða útgáfu af sólmiðjukerfi Kóperníkusar.

2.3 Kepler og Galíleí

Á sautjándu öld voru helstu málsvarar sólmiðjukenningarinnar jafnframt fremstu raunvísindamenn síns tíma. Fyrstir komu þeir Galíleó Galíleí og Jóhannes Kepler (1571-1630) sem báðir ollu straumhvörfum í stjörnufræði og náttúruspeki með rannsóknum sínum og ritstörfum.

Kepler var lærisveinn Mästlins og síðar samstarfsmaður Brahes í Prag. Á stormasamri ævi starfaði hann víðsvegar um Mið-Evrópu að rannsóknum í stjörnufræði, ljósfræði og stærðfræði. Þekktastur er Kepler fyrir lögmálin þrjú sem við hann eru kennd og gefa mjög góða lýsingu á hreyfingu hnatta í sólkerfinu. Auk grundvallarrita um rannsóknir sínar skrifaði hann merkt yfirlitsrit um sólmiðjukenninguna, *Epitome astronomiae Copernicanae* (Ágrip af stjörnufræði Kóperníkusar) sem kom út á árunum 1618 til 1621. Verk þetta var lengi notað sem handbók og kennslubók í

stjörnufræði og varð fyrirmynd að einfaldari kennslubókum ýmissa annarra höfunda.¹¹

Ítalinn Galíleí var litríkur og fyrirferðamikill persónuleiki sem þekktur er fyrir rannsóknir sínar í aflfræði og stjörnufræði. Hann varð víðfrægur fyrir mikilvægar stjörnuathuganir með aðstoð sjónauka, sem þá var nýkominn til sögunnar. Niðurstöðurnar birti hann árið 1610 í ritinu *Sidereus nuncius* (Sendiboði stjarnanna) þar sem andi Kóperníkusar svífur yfir vötnunum. Löngu síðar gaf Galíleí út hið þekktu rit sitt til stuðnings sólmiðjukeningunni, *Dialogo ... i due massimi sistemi del mondo Tolemaico, e Copernicano ...* (Samræður um heimskerfin tvö, 1632, latnesk útgáfa 1635), sem varð til þess að árið 1633 var hann dreginn fyrir rannsóknarrétt kaþólsku kirkjunnar og dæmdur í ævilangt stofufangelsi. Sennilega hefur sá verknaður gert meira en nokkuð annað til þess að vekja athygli almennings á sólmiðjukeningunni.¹²

2.4 Descartes og Newton

Franski heimspekingurinn og stærðfræðingurinn René Descartes aðhylltist snemma sólmiðjukeninguna, en örlög Galíleís urðu þess valdandi að hann birti ekki hugmyndir sínar um byggingu heimsins fyrr en 1644. Það var í ritinu *Principia philosophiae* (Lögmál heimspekinna). Þar kynnir hann meðal annars til sögunnar hina þekktu hvirflakenningu og hugmyndir sínar um grundvöll náttúruspekinnar, einkum þó aflfræðinnar.

Með hugmynd sinni um hvirflana vildi Descartes finna sólmiðjukeningunni aflfræðilega undirstöðu, með öðrum orðum skýra nánar hvers vegna reikistjörnurnar hreyfast eins og raun ber vitni og hvaða kraftar liggja þar til grundvallar.

Þótt þessar kenningar og hugmyndir Descartes séu nú flestar úreltar, þá voru þær mjög til umræðu á seinni hluta sautjándu aldar og sjá má áhrif þeirra í mörgum ritum um náttúruspeki og stjörnufræði langt fram eftir átjándu öldinni.¹³

Þeir Kepler, Galíleí og Descartes höfðu allir veruleg áhrif á hugmyndir enska náttúruspekingsins og stærðfræðingsins Ísaks Newtons.¹⁴ Með því að byggja á verkum forvera sinna tókst honum það, sem þeir höfðu áður reynt en ekki tekist, en það var að útskýra gerð sólkerfisins og hreyfingar reikistjarnanna. Til þess beitti Newton aflfræði sinni og þyngdarlögmáli, sem sagt er frá í verkinu *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Stærðalögmálum náttúruspekinnar), sem kom fyrst út árið 1687.

Í heimsmýnd Newtons eru sól, tungl og reikistjörnur ekki lengur ótilgreindir punktar heldur hlutir með tiltekinn massa, stærð og aðra eiginleika rétt eins og jörðin sjálf sem við höfum undir fótum okkar. Aflfræði Newtons segir til um massahlutföllin, meðal annars að sólin er langþyngsti hluturinn í sólkerfinu. Af því leiðir að það er hún sem er kyrr en ekki jörðin. Newton tókst að sýna fram á, að það leiðir af þyngdarlögmáli hans að brautarhreyfing reikistjarnanna lýtur lögmálum Keplers. Því má segja að Newton hafi tekist að útskýra byggingu heimsins eins og hann leit út á þeim tíma og þar með slegið smiðshöggið á byltingu Kóperníkusar.¹⁵

Enn liðu nokkrir áratugir þar til sólmiðjukeningin tók endanlega við af jarðmiðjukeningunni sem hin viðtekna heimsmýnd, er studdist við aflfræði Newtons og samtvinnuðist henni. Sífellt fleiri athuganir og útreikningar styrktu stöðu þessara nýju kenninga í hugum vísindamanna, til dæmis hin svokallaða ljósvilla sem uppgötvuð var árið 1728. Áhrifamesta mæliniðurstaðan lét þó bíða eftir sér, því að það var ekki fyrr en 1838 sem menn gátu mælt árlega hliðrun fastastjarnanna, sem er bein og afdráttarlaus afleiðing af því að það er jörðin sem snýst um sólina en ekki öfugt.¹⁶

3. Stjörnufræði og náttúruspeki við Hafnarháskóla¹⁷

Eftir siðbreytinguna var kennsla við Hafnarháskóla að verulegu leyti sniðin eftir því fyrirkomulagi sem ríkti í háskólum þýskra mótmælenda. Danskir lærdómsmenn sóttu einnig frekari menntun til slíkra fræðasetra, svo sem til háskólanna í Wittenberg, Rostock, Tübingen, Leipzig, Frankfurt, Greifswald og Heidelberg. Sumir leituðu þó jafnframt annað, til dæmis til Niðurlanda, Ítalíu,

Frakklands, Sviss og Englands.

Eins og á mörgum öðrum sviðum sveif andi Aristótelesar lengi yfir vötnunum í kennslunni í stjörnufræði og náttúruspeki. Á sextánda öld og vel fram á þá sautjándu lásu Hafnarstúdentar fyrst einfalt yfirlit um himinkúluna, *De Sphaera*, eftir Sacrobosco og á seinni stigum nýju bókina um föruhnetti, *Theoricae novae planetarum*, eftir stjörnufræðinginn Georg Peurbach (1423-1461) í Vín. Bæði ritin komu í mörgum útgáfum með viðaukum og skýringum ýmissa lærdómsmanna. Til dæmis skrifaði einn merkasti menntafrömuður siðbótarinnar, Filippus Melankton (1497-1560) í Wittenberg, formála að *De Sphaera* árið 1531 og samstarfsmaður hans, stjörnufræðingurinn Erasmus Reinhold sem áður var nefndur, birti ítarlegar skýringar við bók Peurbachs árið 1542.¹⁸

Stúdentar við Hafnarháskóla lærðu einnig náttúruspeki Aristótelesar í nokkrum smáatriðum. Í náminu studdust þeir ýmist við rit hans sjálfs með skýringum lærðra manna, kennslubækur seinni tíma höfunda eins og Melanktons eða fyrirlestra og kennslubækur lærimeistara sinna. Hugmyndir hins forna spekings voru framreiddar að hætti síðmiðalda en aðlagðar að hugmyndafræði siðbótarinnar. Sólmiðjukenningin var ekki á dagskrá í kennslunni fyrr en líða tók á sautjándu öldina. Telja má þó fullvíst að á seinni hluta sextánda aldar hafi flestir stúdentanna haft fréttir af henni og jafnvel lesið rit Jørgens Dybvads (d. 1612) frá 1569, *Commentarii breves in secundum librum Copernici ...*, þar sem fjallað er um annað bindið af *De revolutionibus*. Dybvad, sem lært hafði hjá Caspar Peucer í Wittenberg, varð prófessor við Hafnarháskóla árið 1575.

Eftir að Anders Krag (1553-1600) hóf kennslu í náttúruspeki við skólann árið 1590 varð nokkur breyting á námsefninu. Stúdentar fengu nú að kynnast gagnrýni franska heimspekingsins og stærðfræðingsins Pierre de la Ramée (1515-1572), sem að latneskum hætti kallaði sig Ramus, á verk Aristótelesar. Afrif hins franska menntafrömuðar á námsefnið í Höfn voru umtalsverð langt fram á sautjándu öld. Þó að Ramée hafi dáðst mjög að Kóperníkusi fyrir að afneita kenningum Aristótelesar um byggingu heimsins þá gat hann aldrei sætt sig við sólmiðjukenninguna og svo virðist sem Krag hafi verið sama sinnis. Annar fylgismaður Ramées við Hafnarháskóla á þessum tíma var stærðfræðingurinn og lækurinn Thomas Fincke (1561-1656), sem varð prófessor við skólann árið 1591. Hann var vel að sér í verkum Kóperníkusar og notaði ýmsar niðurstöður hans í eigin ritum, án þess þó að aðhyllast sólmiðjukenninguna.¹⁹

3.1 Tycho Brahe

Veturinn 1574-1575 hélt stjörnufræðingurinn Tycho Brahe (1546-1601) nokkra fyrirlestra við Hafnarháskóla þar sem hann tók sérstaklega fyrir kenningar Kóperníkusar. Fyrirlestrarnir voru haldnir að beiðni konungs og háskólayfirvalda, sem sýnir ótvírætt að fréttir af hugmyndum Kóperníkusar höfðu þegar borist til Kaupmannahafnar og vakið þar athygli.

Þar sem Brahe var af aðalsættum gerðist hann aldrei kennari vð Hafnarháskóla heldur vann lengi að sjálfstæðum rannsóknum undir verndarvæng Friðriks annars Danakonungs. Hann fékk til umráða eyjuna Hveðn á Eyrarsundi þar sem hann dvaldist á árunum 1576 til 1597 og stundaði einkum stjörnuathuganir. Áhrif hans á kennsluna í náttúruspeki við Hafnarháskóla voru þó veruleg allt fram á síðasta fjórðung sautjándu aldar og í stjörnufræði mun lengur. Brahe er tvímælalaust einn merkasti raunvísindamaður sem uppi hefur verið og hann er iðulega nefndur í sömu andránni og þeir Kóperníkus, Kepler, Galíleí og Newton.²⁰

Í fyrirlestrunum 1574-1575 notaði Brahe stærðfræðiaðferðir Kóperníkusar til þess að lýsa hreyfingu föruhnetta á hvelvingunni. Þótt hann hafi einnig hrósað Kóperníkusi og kallað hann "hinn nýja Ptólemaíos" gerði Brahe samt sem áður ráð fyrir að jörðin sæti óbifanleg i miðju alheimsins. Hann færði einnig fram rök gegn sólmiðjukenningunni og byggðust þau jöfnum höndum á tilvitnunum í Biblíuna og náttúruspeki Aristótelesar. Að auki benti hann á, að enginn hefði enn orðið var við árlega hliðrun fastastjarnanna, sem væri óhjákvæmileg ef Kóperníkus hefði rétt fyrir sér. Nokkrum árum síðar gerði Brahe sjálfur ítrekaðar tilraunir til þess að finna hliðrunina, en án

árangurs.

Um 1583 hafði Brahe fullmótað þá heimsmýnd sem við hann er kennd og átti lengi miklu fylgi að fagna víða í Evrópu og ekki síst í Danmörku. Kenninguna birti hann fyrst í hinu þekktu riti sínu um halastjörnuna 1577, *De mundi ætheri recentioribus phaenomenis* (Um nýleg fyrirbæri í vakaheimi), sem kom út árið 1588. Brahe var þá löngu orðinn víðfrægur fyrir athuganir sínar á nýstirninu sem birtist á himni haustið 1572.

Í heimsmýnd Brahes situr jörðin algjörlega kyrr í miðju heimsins og snýst ekki. Um hana snúast tunglið og sólin og einnig fastastjörnuhvelið. Hins vegar ganga reikistjörnurnar fimm: Merkúrius, Venus, Mars, Júpíter og Satúrnus um sólina og brautarmiðja þeirra berst því með sólinni á ferð hennar um jörðina. Þótt lýsing Brahes á byggingu heimsins sé mun flóknari í okkar augum en sólmiðjukenning Kópernikusar, þá eru kenningarnar stærðfræðilega jafngildar. Meðal annars af þeim sökum tóku margir málsvarar hinnar fornu jarðmiðjukenningar hugmyndum Brahes opnum örmum og beittu þeim óspart gegn sólmiðjukenningunni. Jafnframt urðu þær til þess að þeir gátu óhræddir notað aðferðir Kópernikusar við útreikninga á stjörnutöflum og almanökum, enda hafði reynslan sýnt að þær gáfust mun betur til slíkra verka en aðferðir Ptólemaíosa.

Áhrif Tychos Brahes á þróun stjörnufræði og heimsmýndar eru svo margþætt að ekki er nokkur kostur að gera þeim fullnægjandi skil hér. Þó er rétt að minna á hið mikilvæga samstarf hans við Kepler á starfsárunum í Prag eftir að Brahe hafði verið hrakinn frá Hveðn. Það samstarf leiddi meðal annars til þess að Kepler uppgötvaði að brautir reikistjarnanna um sólina eru sporbaugar en ekki hringir, eins og áður var talið, og að snúningur þeirra lýtur ákveðnum lögmálum. Það kom svo síðar í hlut Newtons að útskýra þessar niðurstöður.²¹

Arfurinn frá Hveðn skilaði sér með margvíslegum öðrum hætti. Til dæmis voru nokkrir lærisveinar og aðstoðarmenn Brahes skipaðir prófessorar við Hafnarháskóla í byrjun sautjándu aldar. Að minnsta kosti tveir þeirra, Christian Sørensen Lomborg (1562-1647), sem kallaði sig Longomontanus, og Kort Aslaksen (1564-1624), mótuðu nýtt námsefni í stjörnufræði og náttúruspeki, sem lengi var notað við skólann og víðar í hinum lærða heimi. Aslaksen kenndi við Hafnarháskóla frá 1600 til 1624 og Longomontanus frá 1605 til 1647.

3.2 Kort Aslaksen og Caspar Bartholin

Norski guðfræðingurinn Kort Aslaksen var aðstoðarmaður Brahes á Hveðn á árunum 1590 til 1593. Í verkum sínum reynir hann að fella sköpunarsögu biblíunnar, náttúruspeki Aristótelesar og jarðmiðjukenningu Brahes saman í nýja heimsmýnd. Kenningin er stundum kennd við þá Brahe og Aristóteles en þó oftast við Móses og sköpunarsöguna. Höfuðrit Aslaksens um þetta efni, *De natura caeli triplicis* (Um eðli hins þrefalda himins) kom út árið 1597 og hafði talsverð áhrif.²²

Einn af þeim sem varð fyrir verulegum áhrifum frá Aslaksen var læknirinn og guðfræðingurinn Caspar Bartholin (1585-1629). Hann var mikill dugnaðarforkur og einn afkastamesti höfundur kennslubóka sem um getur í danskri menningarsögu. Hann nam við marga erlenda háskóla og ferðaðist víða, meðal annars til Padúa þar sem hann mun hafa hitt Galíleí árið 1610 og skoðað Vetrarbrautina í sjónauka.

Fyrir utan ýmis rit um rökfræði, læknislist og guðfræði gaf Bartholin út mörg smárit um náttúruspeki og stjörnulist, sem hann raðaði að lokum saman og birti í hinu áhrifamika riti sínu *Systema physicum* (Kerfi náttúruspekinnar) árið 1628. Verkið kom síðan í mörgum útgáfum. Heimsmýndin sem þar er sett fram byggist á náttúruspeki Aristótelesar og jarðmiðjukenningu Brahes að hætti Aslaksens. Jafnframt eru færð fram ítarleg rök gegn sólmiðjukenningu Kópernikusar og tilgátu hans um möndulsnúning jarðarinnar. Bók Bartholins var aðalkennslubókin í náttúruspeki við Hafnarháskóla allt fram undir 1690 og hana lásu allir Hafnarstúdentar. Mikið var í hana vitnað, bæði heima og erlendis, og við Hafnarháskóla voru margar dispútatíur um náttúruspeki byggðar á efni hennar.²³

Það rit sem tók við af *Systema physicum* við Hafnarháskóla var *Specimen philosophiæ naturalis*

(Kennslubók í náttúruspeki) sem kom fyrst út á árunum 1690 til 1692 og síðar í mörgum útgáfum. Hún var notuð við skólann fram yfir miðja átjándu öld. Höfundurinn var Caspar T. Bartholin (1655-1738), sonarsonur Caspars Bartholins og því oft kallaður Caspar Bartholin hinn yngri. Hann hóf kennslu við Hafnarháskóla 1677. Bók hans er að talsverðu leyti byggð á náttúruspeki Aristótelesar, þótt áhrif frá Descartes séu greinileg. Hann afneitar hinni fornu jarðmiðjukenningu algjörlega, en gerir ekki fyllilega upp á milli jarðmiðjukenningar Brahes og sólmiðjukenningarinnar. Það er þó ljóst af umfjölluninni að höfundurinn er heldur hrifnari af sólmiðjukenningunni og er jafnframt veikur fyrir hvirflakenningu Descartes. Bartholin yngri skrifaði einnig mjög vinsæla kennslubók fyrir latínuskóla, *Summa philosophiae naturalis ad recentiorum mentem accomodata* (Yfirlit um náttúruspeki að hætti samtímans), sem kom fyrst út 1688. Efni og áherslur eru svipaðar og í *Specimen*, en framsetningin er einfaldari. Bókin var notið í dönskum skólum allt til loka átjándu aldar.²⁴

3.3 Longomontanus, Ole Rømer og Peder N. Horrebow

Hinn eiginlegi arftaki Brahes í Danmörku, Longomontanus, var jafnframt fyrsti prófessorinn í stjörnufræði við Hafnarháskóla. Hann hafði verið einn helsti samstarfsmaður stjörnumeistarans, bæði á Hveðn og í Prag. Eftir að hann varð prófessor fól Kristján fjórði Danakonungur honum yfirumsjón með uppbyggingu stjörnuathugana í Sívalaturni og gerði hann að forstöðumanni turnsins, sem varð tilbúinn til notkunar árið 1642.

Árið 1622 gaf Longomontanus út merka kennslubók, *Astronomia Danica* (Dönsk stjörnufræði), sem lengi var notuð við Hafnarháskóla og víðar. Hún kom aftur út 1640 og í þriðja sinn 1663. Í bókinni er meðal annars gerð ítarleg grein fyrir stjörnuathugunum og kenningum Brahes. Þrátt fyrir að Longomontanus fjalli vandlega um heimskerfin þrjú, jarðmiðjukenningu Ptólemaíasar, sólmiðjukenningu Kóperníkusar og jarðmiðjukenningu Brahes, þá fer ekki á milli mála að hann aðhyllist hugmyndir Brahes um byggingu heimsins. Hann er þó sammála Kóperníkusi um það að jörðin snúist um möndul sinn og jafnframt gerir hann ráð fyrir pólveltu.

Þessa blönduðu heimsmýnd, sem oft er kennd við þá báða, Brahe og Kóperníkus, notuðu nemendur og síðar eftirmenn Longomontanusar í stjörnufræðikennslunni við Hafnarháskóla. Stundum voru áherslur þeirra þó talsvert aðrar en hjá meistarunum sjálfum. Í þessum hópi voru meðal annarra stjörnufræðingarnir og stærðfræðingarnir Jørgen From (1605-1651) sem varð prófessor 1641 og Wilhelm Lange (1624-1682), sem var prófessor frá 1650 til 1661.²⁵

Árið 1656 hóf sonur Caspars Bartholins, stærðfræðingurinn og náttúruspekingurinn Rasmus Bartholin (1625-1698), kennslu við Hafnarháskóla. Hann hafði meðal annars kynnst kenningum Descartes í Leiden og því fór fljótlega að gæta talsverðra áhrifa frá hugmyndafræði hans í kennslunni í náttúruspeki og stjörnufræði við skólann.²⁶ Hinn merki stjörnufræðingur Ole Rømer (1644-1710), sem var lærisveinn og tengdasonur Bartholins og prófessor við Hafnarháskóla frá 1676, aðhylltist til dæmis náttúruspeki Descartes. Með því féllst hann jafnframt á sólmiðjukenninguna, sem er innbyggð í hvirflakenninguna.

Bæði Rømer og eftirmaður hans og lærisveinn Peder N. Horrebow (1679-1764) gerðu ítarlegar tilraunir til þess að finna árlega hliðrun fastastjarna. Þeir töldu báðir að þeim hefði tekist að leysa það erfiða verkefni. Rømer var þó ekki viss í sinni sök og sjálfur birti hann aldrei neitt opinberlega um athuganir sínar. Horrebow gaf hins vegar út mæliniðurstöður hans í ritinu *Copernicus triumphans* (Hinn sigursæli Kóperníkus) árið 1727. Bókin vakti verulega athygli víða um heim og eftir útkomu hennar má segja að sólmiðjukenningin hafi verið búin að vinna fullnaðarsigur á jarðmiðjukenningum í Danmörku.²⁷ Hitt er svo önnur saga að Horrebow hafði mistúlkað mælingar Rømers og það sem hann hélt að væri hliðrun reyndist stafa af ljósvillu og galla í mælitækjum.²⁸

Ekki var sýnt fram á árlega hliðrun fastastjarna með óyggjandi hætti fyrr en árið 1838 þegar þýski stjörnufræðingurinn Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846) fann slíka sveiflu hjá sólstjörnunni 61 í Svansmerki (61 Cygni). Fyrsta beina sönnunin fyrir réttmæti sólmiðjukenningarinnar kom hins

vegar fram árið 1728, skömmu eftir að Horrebow birti hinar röngu niðurstöður sínar. Þá uppgötvaði enski stjörnufræðingurinn James Bradley (1693-1762) ljósvilluna hjá fastastjörnum. Slík sveifluhrif eru bein afleiðing af brautarhreyfingu jarðar um sólina og hraða ljóssins, en Rømer hafði fyrstur manna sýnt fram á að hann væri endanlegur árið 1676.²⁹

Þrátt fyrir hliðrunarmistökin var Horrebow ágætur stjörnufræðingur og hafði veruleg áhrif á þróun greinarinnar við Hafnarháskóla. Hann bjargaði mörgum af verkum Rómers frá glötun og birti yfirlit um afrek lærimeistara síns í ritinu *Basis Astronomiæ* (Undirstöður stjörnulistarinnar) árið 1735. Bókin var lengi notuð sem kennslubók í stjörnufræði. Eins og Rømer var Horrebow undir miklum áhrifum frá Descartes. Það kemur til dæmis greinilega fram í verkinu *Elementa Philosophiæ Naturalis* (Frumatriði náttúruspekinnar) frá 1748, sem að hluta kom í stað bókar Caspars yngri Bartholins sem kennslubók í náttúruspeki við Hafnarháskóla. Sonur hans og eftirmaður, Christian P. Horrebow (1718-1776), sem hóf kennslu í stjörnufræði við skólann árið 1743 var einnig undir talsverðum áhrifum frá hugmyndafræði Descartes.³⁰

3.4 Náttúruspeki Newtons í Danmörku

Eðlisfræði Newtons barst fyrst til Danmerkur um miðja átjándu öld með stærðfræðingnum og heimspekingnum Jens Kraft (1720-1765). Kraft var prófessor við akademíuna í Sorø og starfaði aldrei við Hafnarháskóla. Áhrif hans komu því seint fram og það kom í hlut stjörnufræðingsins og stærðfræðingsins Thomasar Bugges (1740-1815) að kynna eðlisfræði Newtons í kennslunni við Hafnarháskóla.

Bugge vann við þríhyrningamælingar og kortagerð á vegum danska vísindafélagsins frá 1762 og tók við af Christian Horrebow sem prófessor í stjörnufræði við Hafnarháskóla árið 1777. Hann breytti strax áherslum í kennslunni í stærðfræði, stjörnufræði og náttúruspeki og varð það meðal annars til þess að hugmyndir Descartes hurfu með öllu úr námsefninu. Bugge var höfundur að nokkrum kennslubókum í þessum greinum, þar á meðal *De første Grunde til den sfæriske og theoretiske Astronomi*, sem kom út 1796 og byggir á eðlisfræði Newtons.

Þrátt fyrir baráttu Bugges áttu hugmyndir Newtons og fylgismanna hans um krafta og fjarhrif lengi örðugt uppdráttar við Hafnarháskóla. Þar var helst um að kenna viðhorfum Hans Christians Ørstedes (1777-1851), áhrifamesta raunvísindamanns Danmerkur á fyrri hluta nítjándu aldar. Hann var undir miklum áhrifum frá Immanuel Kant (1724-1804) og fylgismönnum rómantísku náttúruspekinnar, en kenningar þeirra um krafta viku í veigamiklum atriðum frá þeirri kraftfræði sem kennd er við Newton. Það var því ekki fyrr en eftir daga Ørstedes sem aflfræði Newtons náði endanlega fótfestu við Hafnarháskóla. Rétt er þó að taka sérstaklega fram, að Ørsted aðhylltist sólmiðjukenninguna og fjallaði bæði um lögmál Keplers og þyngdarlögmál Newtons í kennslu sinni.³¹

4. Heimsmýndin í ritum Íslendinga á sautjándu öld

Eftir siðaskiptin og þær breytingar á stjórnarháttum sem fylgdu í kjölfarið efl-dist Hafnarháskóli mjög og varð sá erlendi skóli sem flestir íslenskir háskólastúdentar námu við. Því hlutverki gegndi hann allt fram yfir fyrri heimstyrjöldina.³²

Á sautjándu og átjándu öld lögðu íslensku Hafnarstúdentarnir einkum stund á guðfræði sem þá var aðalnámsgreinin við skólann. Sumir fengust þó við læknisfræði og nokkrir við greinar sem nú teljast til raunvísinda. Stúdentarnir voru almennt vel að sér í frumatriðum stjörnufræði, reiknings og flatarmálsfræði, sem ásamt tónfræðinni voru uppistaðan í fjórveginum, er allir þurftu að lesa. Náttúruspeki var einnig mikilvægur hluti af náminu eins og rætt var um í þriðja kafla.

Eins og við flesta aðra háskóla í Evrópu var algennt að Hafnarstúdentar héldu fyrirlestra eða framsögu í opinberum kappræðum um náttúruspeki og stjörnufræði sem og guðfræði og heimspeki. Var það kallað að dispútera og voru fyrirlestrarnir oft prentaðir á kostnað höfunda eða velunnara

þeirra. Flest kveranna eru fremur léttvæg en þó má finna vandaðar ritgerðir innan um. Það á til dæmis við um þær dispútatiur Íslendinga sem sérstaklega verður fjallað um síðar í þessari grein.³³

Flestir íslensku stúdentanna, sem sneru heim að námi loknu, gerðust prestar, biskupar eða skólameistarar. Örfáir fengu þó veraldleg embætti sem sýslumenn og lögmenn, sérstaklega eftir að líða tók á átjándu öldina. Þeir sem höfðu sérstakan áhuga á náttúruspeki, stjörnufræði og stærðfræði höfðu væntanlega ekki mikinn tíma til að sinna þeim hugðarefnum vegna aðstöðuleysis, einangrunar og daglegs amsturs. Sumir þeirra fengust þó við tímatalsreikninga, aðrir við staðarákvarðanir og kortagerð og örfáir við hvort tveggja. Almenn séð er þó eftirtektarvert hversu lítið liggur eftir heimkomna íslenska lærdómsmenn um náttúruspeki og stjörnufræði, jafnvel þá sem sýnt höfðu ótvíræða hæfileika á þessum sviðum á námsárunum í Höfn.

4.1 Guðbrandur og Oddur

Fyrsti íslenski Hafnarstúdentinn sem lét til sín taka í menningarmálum eftir að heim var komið var Guðbrandur Þorláksson (um 1542-1627). Hann var nemandi í Hólaskóla en stundaði síðan nám við Hafnarháskóla á árunum 1561 til 1564, á svipuðum tíma og Tycho Brahe. Eftir heimkomuna var hann fyrst skólameistari á Hólum í nokkur ár og síðar biskup þar til æviloka. Guðbrandur var vel að sér í stjörnufræði síns tíma sem og öðrum stærðfræðilegum lærdómslistum. Meðal annars gaf hann út *Calendarium Islandicum* árið 1576 og rúmum tuttugu árum síðar *Calendarium-Islandskt Rijm* ásamt Arngrími Jónssyni lærða (1568-1648). Það kom út aftur lítillaga breytt árið 1611. Í báðum tilvikum er um svokallað eilífðarrím að ræða.³⁴

Þótt það komi hvergi fram í þessum rimbókum eða öðrum verkum Guðbrands þá er lítil ástæða til að ætla annað en að hann hafi aðhyllt jarðmiðjukenningu Ptolemaíosar. Hann hefur þó væntanlega heyrt getið um kenningar Kóperníkusar og jarðmiðjukenningu Brahes, annaðhvort í gegnum bréfaskipti við danska lærdómsmenn eða frá nemanda sínum og síðar samstarfsmanni, Oddi Einarssyni (1559-1630).

Oddur lærði hjá Guðbrandi í Hólaskóla og var síðan við nám í Höfn frá 1580 til 1584. Árið 1585 dvaldist hann um skeið hjá Tycho Brahe á Hveðn og heimsótti hann aftur vorið 1589. Eftir fyrri heimkomuna varð hann skólameistari á Hólum og eftir þá síðari biskup í Skálholti. Fullvíst má telja að hann hafi þekkt vel til kenninga þeirra beggja, Kóperníkusar og Brahes, þótt ekki væri nema vegna tengsla við Brahe sjálfan. Ekkert liggur þó eftir Odd um þetta efni, hvorki á prenti né í handriti.³⁵

4.2 Brynjólfur Sveinsson og bókasafn hans

Einn fremsti lærdómsmaður Íslendinga á sautjándu öld var Brynjólfur Sveinsson (1605-1675). Hann var fyrst í Skálholtsskóla og stundaði síðan nám við Hafnarháskóla á árunum 1624 til 1629. Hann var konrektor í Hróarskeldu 1632-1638 en kom skömmu síðar til Íslands að skipun konungs til þess að taka við embætti biskups í Skálholti.³⁶

Einkakennari (præceptor privatus) Brynjólfs í Höfn var Caspar Bartholin eldri. Í náminu varð hann einnig fyrir talsverðum áhrifum frá kenningum Ramées.³⁷ Almenn virðist Brynjólfur hafa verið óvenju vel að sér um flestar lærdómslistir og til vitnis um það má nefna hið merka bókasafn hans með fjölda rita á grísku og latínu. Flestar erlendu bækurnar fjölluðu um guðfræði og heimspeki, en einnig voru þar mörg rit um náttúruspeki, stjörnufræði og stærðfræði.³⁸

Í bókasafni Brynjólfs voru kennslubækur frá námsárunum í Höfn, meðal annars verk Caspars Bartholins um náttúruspeki, bók Sacroboscus um himinkúluna og rit Peurbachs um förühnetti með skýringum Reinholds. Um öll þessi rit var rætt í þriðja kafla. Meðal annarra verka um svipað efni átti Brynjólfur kennslubók Caspars Peucers frá 1571, *Hypotyposes astronomicæ seu theoriæ planetarum* (Frumatriði stjörnufræðinnar eða kenningar um förühnetti). Hún gerir hinni fornu jarðmiðjukenningu ítarleg skil og fjallar jafnframt um hugmyndir Kóperníkusar. Þá má nefna að í

safninu var verkið *De natura caeli triplicis* eftir Kort Aslaksen, sem áður hefur verið minnst á, en það byggir að hluta á jarðmiðjukenningu Brahes eins og bók Caspars Bartholins.

Þótt Brynjólfur hafi hvorki átt rit eftir Kóperníkus né Brahe, hvað þá Kepler eða Galíleí, þá virðist ljóst af framansögðu að honum hefur verið vel kunnugt um sólmiðjukenninguna sem og jarðmiðjukenningu Brahes. Hins vegar verður að teljast ólíklegt að í prédíkunum sínum eða bréfum hafi hann haldið fram öðrum hugmyndum um byggingu heimsins en jarðmiðjukenningu síðmiðalda. Því olli rétttrúnaðarstefnan og tíðarandinn í landinu. Líkt og víðar í Evrópu eimdi hér lengi eftir af hinni fornu jarðmiðjukenningu og má sjá þess glögg merki í íslenskum handritum um stjörnufræði, stjörnuspeki og læknislist frá þessum tíma, til dæmis í plánetubók Jóns lærða Guðmundssonar (1574-1658).³⁹

Jarðmiðjukenning Brahes hlýtur þó að hafa verið eitthvað til umræðu þegar líða tók á sautjándu öldina, að minnsta kosti í hópi lærðra manna, sem kynnst höfðu hugmyndum stjörnumeistarans í náminu við Hafnarháskóla. Í því sambandi má nefna að árið 1633 kom út í Höfn ritið *Compendium cosmographicum* (Heimslýsing) eftir Hans Nansen (1598-1667), hinn kraftmikla Íslandskaupmann og síðar borgarstjóra í Höfn, sem var góður vinur Brynjólfs biskups. Longomontanus hafði veitt aðstoð við gerð bókarinnar, sem kom í nokkrum útgáfum. Ritið fjallar að hluta um byggingu heimsins og heimsmýndin sem þar er sett fram er jarðmiðjukenning Brahes.

Bók þessi hefur greinilega borist til Íslands því stjörnufræðikaflar hennar eru að hluta notaðir í *Gandreidd Jóns Daðasonar prests* (1606-1676), sem rituð var um 1660 og til er í handriti.⁴⁰ Jafnframt tók skjólstæðingur Brynjólfs, Þórður Sveinsson prestur (1623-1667), sig til og þýddi verkið í heild sinni árið 1653 og hefur sú þýðing varðveist í handriti. Sagnir herma að Þórður hafi einnig þýtt ritið "*Copernici Systema*" á íslensku.⁴¹ Eftir því sem næst verður komist er þýðing þessi ekki lengur til og ekki er vitað um hvaða verk er að ræða.

4.3 Áhugasamir Hafnarstúdentar

Á árunum um og uppúr 1640 voru samtímis við nám í Höfn nokkrir Íslendingar sem höfðu mikinn áhuga á náttúruspeki og stærðfræðilegum lærdómslistum, þótt aðalnámsgreinar þeirra hafi verið aðrar. Í hópnum voru Hólapiltarnir Gísli Magnúson (1621-1654), Páll Björnsson (1620-1706) og Runólfur Jónsson (um 1620-1654) auk Þorleifs Jónssonar (1620-1690) úr Skálholtsskóla. Í grunnnáminu kynntust stúdentarnir meðal annars kenningum Ptólemaíosa og Kóperníkusa, þótt megináherslan í Höfn á þessum tíma hafi verið á jarðmiðjukenningu Brahes. Eftir að heim var komið urðu allir þessir menn vel þekktir af störfum sínum og lærdómi.⁴²

Runólfur Jónsson virðist hafa verið sá eini í hópnum sem hafði tækifæri til að sinna hugðarefnum sínum að einhverju marki. Hann tók við af Páli Björnssyni sem skólameistari á Hólum árið 1645 og lagði þar stund á stærðfræði, mældi breidd staðarins og gerði tilraun til að ákvarða lengd hans, en slík mæling er mun erfiðari en breiddarmæling. Hann er nú þekktastur fyrir latínukveðskap og rit um íslenska málfræði.⁴³ Árið 1649 sigldi hann til Danmerkur í fylgdarliði Henriks Bjelkes landsstjóra (1615-1683) og settist þar að. Á skipinu var einnig nemandi Runólfs frá Hólum, Gísli Þorláksson (1631-1684), sonur Þorláks biskups Skúlasonar (1597-1656). Eftir námsdvölinu í Höfn varð Gísli fyrst skólameistari á Hólum og síðar biskup þar eftir föður sinn.⁴⁴

Einn þeirra íslensku stúdenta sem sneri heim frá Höfn sama ár og þeir Runólfur og Gísli komu þangað var Gísli Einarsson (um 1621-1688). Einkakennari hans hafði verið Jørgen From, eftirmaður Longomontanusar, sem tók nú að sér að gerast einkakennari Gísla Þorlákssonar.

Gísli Einarsson mun vera fyrsti Íslendingurinn sem lagði sérstaka stund á stærðfræði og stjörnufræði í háskóla umfram skyldnámsgreinar og árið 1649 varð hann fyrsti konungsskipaði kennarinn í þeim greinum á Íslandi. Það var við dómskólann í Skálholti hjá Brynjólfi biskupi, þar sem Gísli hafði sjálfur stundað nám.

Áður en hann yfirgaf Höfn reiknaði Gísli Einarsson danska almanakið fyrir árið 1650, sem segir sína sögu um hæfileika hans og kunnáttu. Aftan við almanakið er síðasti kaflinn af þremur um sögu

stjörnufræðinnar (hinir birtust 1648 og 1649). Þar er í lokin fjallað stuttlega um "den meget skarpsindige Mand, Nicolas Copernicus" sem haldið hafi fram hinni ævafornu skoðun um hreyfingu jarðarinnar. Sagt er frá viðbrögðum við bók Kópernikusar án þess þó að tekin sé afstaða til kenninga hans. Í lokin er svo minnst á Tycho Brahe. Ekki er lengur vitað hver höfundurinn var, en líklega hafa margir Íslendingar gluggað í þennan sögukafla, þar sem almanak Gísla var talsvert notað hér á landi á seinni hluta sautjándu aldar.⁴⁵

Runólfur Jónsson mun hafa haldið skóla í náttúruspeki í Höfn á árunum 1649 til 1651 og árið 1652 dispúteruðu tólf af nemendum hans. Sagnir herma að af þeim hafi tíu verið íslenskir. Fyrirlestrarnir hafa sennilega birst í ritinu *Disputationes physicæ duodecim* (Tólf fyrirlestrar um náttúruspeki) frá 1652, sem eignað er Runólfi, enda var hann fundarstjóri við alla fyrirlestrana. Því miður mun rit þetta ekki lengur vera til, en samkvæmt þeim upplýsingum sem varðveist hafa, hefðu dispútátíurnar getað verið byggðar á *Systema physicum* eftir Caspar Bartholin.

Af íslensku stúdentunum fjallaði Þorkell Arngrímsson (1629-1677) um tvö efni: *De definitione et partibus physices* (Um skilgreiningu og skiptingu náttúruspekinnar) og *De tempore* (Um tímann). Teitur Torfason (d. 1668) hélt einnig tvo fyrirlestra: *De principiis rerum naturalium in genere et in specie de materia* (Um upphaf náttúrfyrirbæra almennt og sérstaklega um efni) og *De aquis super coelestibus et cælo sidero* (Um vötnin yfir festingunni og stjörnuhimininn). Dispútátía bróður hans, Sigurðar Torfasonar (1629-1670), hét *De temperamento* (Um hófstillingu), en Jón Ólafsson (d. 1652) hélt fyrirlesturinn *De forma* (Um formið). Efni dispútátíu Ólafs Magnússonar (d. 1652?) er nú ekki lengur þekkt. Allir höfðu þessir stúdentar upphaflega lært í Skálholti nema Þorkell, sem verið hafði nemandi Runólfs á Hólum.⁴⁶

Meira er ekki vitað um þessa kennslu Runólfs Jónssonar, en hugsanlega hefur hún á einhvern hátt tengst óformlegum skóla, sem Jens Jensen Bircherod (1623-1686), síðar prófessor við Hafnarháskóla, hélt á svipuðum tíma í Höfn. Á árunum 1650 til 1651 voru gefnar út á vegum Bircherods dispútátíur sextán nemenda hans um náttúruspeki (*Collegii physici disputationes I-XVI*), sem allar hafa varðveist. Hin áttunda í röðinni er ritgerð Gísla Þorlákssonar frá 1651, *De stellis fixis et errantibus* (Um fastastjörnur og föruhnetti).⁴⁷

Þessi dispútátía Gísla Þorlákssonar er elsta varðveitta prentaða ritið um stjörnufræði eftir íslenskan höfund. Það eitt gefur verkinu mikilvægt menningarsögulegt gildi. Að auki gefur það fróðlegt og vandað yfirlit yfir þá stjörnufræði sem kennd var við Hafnarháskóla um miðja sautjándu öld. Ritgerð Gísla verða því gerð sérstök skil hér.

4.4 De stellis fixis et errantibus

Dispútátían er níu síður í fjórðungsbroti og er henni skipt í 32 smákafli eða staðhæfingar (thesis). Fyrst er inngangur þar sem segir meðal annars um stjörnur og skapara þeirra: "... þó virðist hinn ljómandi stjörnuher einkum vera til þess skapaður að skerpa og móta greind manna. Því [höfuðsmiðurinn] setti hann ekki aðeins til skrauts, heldur líka þeim sem undir búa til heilla, og einkum oss, til þess að vér, er vér lítum skin þeirra, hugfestum ævarandi minningu óhöndlanlegs og eilífs ljóss og lærðum af skipulegum gangi þeirra og hreyfingum að aga sál vora minnugir líðandi stundar."

Í köflum 2 til 24 er rætt all ítarlega um stjörnufræði og heimsmýndina og virðist framsetningin taka talsvert mið af bók Caspars Bartholins, *Systema physicum*. Áherslur eru þó víða aðrar og sennilegt er að Gísli hafi einnig haft til hliðsjónar höfuðrit Longomontanusar, *Astronomia Danica*, þótt hvergi fari hann í tæknileg smáatriði. Ekki er heldur ólíklegt að Gísli hafi hlotið einhverja aðstoð frá Jørgen From við skriftirnar.

Umfjöllun Gísla um stjörnufræði í þessum hluta ritgerðarinnar er óvenju skýr og hnitmiðuð og að mestu laus við stjörnuspeki. Hið sama er ekki hægt að segja um síðustu átta kaflana (25-32), sem fjalla um föruhnettina sjö og mátt þeirra. Frásögnin þar er fyrst og fremst af stjörnuspekilegum toga með sterku ívafi frá stjörnutengdri læknislist samtímans. Í þessum hluta styðst Gísli mjög við ritið

Ars magna lucis et umbræ (Um ljós og skugga) eftir fjölfræðinginn Athanasius Kircher (um 1602-1680) og virðist umfjöllunin að mestu tekin beint úr bók hans.⁴⁸ Af þeim sökum verður þessi seinni hluti dispútátíunnar ekki tekinn til frekari umræðu hér, þótt efnið sé í sjálfu sér áhugavert. Hins vegar verður farið stuttlega yfir helstu atriðin í fyrri hlutanum, sem eins og áður sagði fjallar um stjörnufræði og heimsmýndina.

Gísli byrjar á því að lýsa muninum á fastastjörnum og föruhöttum. Þá ræðir hann áætlaðan fjölda sýnilegra fastastjarna og hvernig þeim er skipað í stjörnumerki. Hann minnst einnig á þann aragrúa stjarna sem sjá megir í Vetrarbrautinni með aðstoð sjónauka. Hann segir frá því að björtustu stjörnunum sé skipað í sex birtuflokka og getur þess hversu stórar stjörnurnar í hinum ýmsu flokkum séu miðað við jörðina. Í því sambandi birtir hann tölur sem greinilega eru komnar frá Tycho Brahe, þótt Gísli geti þess ekki sérstaklega (sjá töflu 3).

Í fimmta kafla minnst Gísli á bók Descartes frá 1644, Principia philosophiae, og ræðir stuttlega um hvirflakenningu hans. Sú umfjöllun er sérlega athyglisverð í ljósi þess að þetta mun hafa verið í fyrsta skipti sem hvirflakenning Descartes var rædd á prenti í Danaveldi.

Næstu tveir kaflar fjalla um daglega hringhreyfingu fastastjarna og hvort líklegra sé að hún stafi af raunverulegum snúningi fastastjörnuhvelsins um kyrrstæða jörð eða af möndulsnúningi jarðar í miðju kyrrstæðs stjörnuhvels. Umfjöllun Gísla sýnir ljóslega að hann aðhyllist jarðmiðjukenningu eins og Bartholin en vill gjarnan fylgja Longomontanus (og Kóperníkus) varðandi möndulsnúning jarðarinnar. Í útreikningum sínum gengur hann út frá því að fastastjörnuhvelið sé í 14 þúsund jarðgeisla fjarlægð frá miðju jarðar. Sú tala er frá Brahe komin, þótt þess sé ekki getið í dispútátíunni (sjá töflu 1). Gísli gerir jafnframt ráð fyrir að jarðgeislinn sé 860 þýskar mílur eða 6400 km, sem er mjög nærri því gildi sem nú er haft fyrir satt.

Ef gert er ráð fyrir að það sé hvelið sem snúist, reiknast Gísli til að sérhver fastastjarna ferðist um 875 þýskar mílur á sekúndu. Hver þýsk míla er 7,4215 km svo hraðinn er 6500 km/s. Þetta finnst Gísli ósennilegt og hann segir: "En það virðist ekki samræmast náttúrunni að nokkur hlutur geti á andartaki farið um það bil 875 mílur, því það er næstum óendanlegt í endanlegu. Þetta hefir valdið því að aðrir eigna jörðinni fremur hreyfingu, en að vísu ekki þá árlegu, sem Ritningin opinskátt eignar sólinni, 19. sálmur, 6.-7. vers, heldur raunar daglega, sem virðist samt líka stangast á við Ritninguna, þar eð hún eignar stjörnunum líka daglega hreyfingu, Jósúabók 10. kafli, 13. vers; Prédikarinn 1. kafli, 5. vers. Þar telja þeir að Ritningin fylgi almennri málvenju og málnotkun almúgans."⁴⁹

Í áttunda og níunda kafla ræðir Gísli stuttlega um eðli stjarnanna, sem hann virðist telja að búi yfir eigin kröftum "sem þær senda frá sér með útstreymi sínu eins og allir hlutir" og "berist sumpart af mætti eigin geisla en sumpart af völdum sólarinnar, sem sendir okkur aftur geisla sína, sem endurkastast af þessum himintunglum gagnsýrðir af ýmiss konar eigindum þeirra." Hins vegar tekur hann sérstaklega fram "að eiginleika einstakra [stjarna] höfum vér ekki fullkannað né muni nokkurn tímann verða hægt að kanna þá." Meðal annars vitum við hvorki hvort yfirborð þeirra sé margbreytilegt eins og yfirborð jarðar né hvort þær snúast um möndul sinn eins og hún.

Næst vísar Gísli "að neðri eða oss nálægari hluta himins". Hann ræðir fyrst um mælingar á venjulegri hliðrun, það er mismun á stefnu til ákveðinnar stjörnu frá tveimur mismunandi stöðum á jörðinni. Þær sýni ótvírætt að föruhnettirnir séu miklu nær en fastastjörnunarnar. Ástæðan hljóti að vera sú, að "jörðin [sé] sjálfur miðpunkturinn miðað við stjörnuhimininn, og þess vegna geti ekki orðið neinn eða aðeins örlítill sýndarmunur, hvort sem sjónum sé beint að festingunni frá jarðarmiðju eða yfirborði hennar."

Gísli vísar þessu næst að röð föruhnettanna séð frá jörðinni og getur þess að ýmsir hafi orðið til að stinga upp á annarri röð en þeirri sem fólgin er í hinni hefðbundnu jarðmiðjukenningu fornaldar. Enginn hafi þó "snúið kerfi Ptólemaíasar eins rækilega við og hinn nafntogaði Kóperníkus ... [sem] fylgdi í öllu þeirri röð sem Aristarkos frá Samos hélt fram 400 árum fyrir daga Ptólemaíasar og setti sólina hreyfingarlausu í miðju heimsins" með reikistjörnunarnar í þessari röð: Merkúrís, Venus, jörðin með tungli sínu, Mars, Júpítur og Satúrnus. "Með þessari kenningu gerði Kóperníkus

snilldarlega grein fyrir fyrirbærum himinsins. Það olli því að á sinni samtíð og næstu mannsöldrum fékk hann og á sér enn fjölmarga og málsmetandi fylgismenn."

Þá lýsir Gísli jarðmiðjukerfi Tychos Brahes og tekur sérstaklega fram að hann hafi haft "miðpunktana fyrir hreyfingar himintungla tvo, sólina fyrir reikistjörnur, en jörðina fyrir sól, tungl og fastastjörnur." Hann getur sérstaklega um þá gagnrýni talsmanna sólmiðju-kenningarinnar að hvorki Ptólemaíos né Brahe "hafi stutt það traustum rökum að jörðin sé í miðju alheimsins. En óbilgirnir þeirra dylst engum, því sjálfir hafa þeir enn ekki sýnt óbyggjandi fram á, að velja eigi sólinni stað í miðju heimsins. Hvers vegna heimta þeir svo af öðrum það sem þeir geta ekki sjálfir afrekað."

Einnig getur Gísli um þá fullyrðingu sólmiðjumanna að það sé í misræmi við náttúruna að heimurinn hafi tvær miðjur eins og í kenningu Brahes. Þar telur hann þá "vega sig með eigin sverði" vegna þess að heimur sólmiðjukenningarinnar hafi að minnsta kosti tvær miðjur: Reikistjörnurnar gangi um sólina og tunglið um jörðina. Og hvað með fylgihnetti Júpíters sem virðast ganga um hann?

Lengra hættir Gísli sér ekki í umræðunni um heimskerfin. Þó má segja að hann lýsi óbeinum stuðningi við jarðmiðjukenningu Brahes. Til dæmis telur hann niðurstöður stjörnumeistarans fyrir fjarlægðir í himingeimnum styðjast við nákvæmustu athuganirnar og í 17. kafla telur hann upp föruhnettina og fjarlægðirnar til þeirra að hætti Brahes (sjá töflu 1 og til samanburðar töflu 2).

Í nítjándka kafla gefur Gísli upp stjörnubundinn umferðartíma reikistjarnanna fimm auk sólar og tungls og einnig sólbundinn umferðartíma tunglsins. Næsti kafli fjallar svo um stærð föruhnatta, en þá ber svo undarlega við að í stað þess að geta um niðurstöður Brahes þá notar Gísli, reyndar án þess að nefna það, mun eldri tölur úr arabísku riti, Jawami (Samantekt), frá því um 850 (sjá töflu 3). Verk þetta er eftir arabíska fjölfræðinginn al-Farghani (um 800-870) og er samantekt úr *Almagest* Ptólemaíosar með seinni tíma breytingum arabískra stjörnufræðinga. Jawami var eitt fyrsta verkið um stjörnufræði Ptólemaíosar sem þýtt var úr arabísku á latínu á tólftu öld. Ritið var mikið notað á Vesturlöndum og meðal annars studdist Sacrobosco að hluta við það þegar hann samdi *De sphaera*.⁵⁰ Líklegt er að Gísli hafi tekið tölurnar úr latneskri útgáfu af bók al-Farghanis eða ritum byggðum á henni. Það skýrir hins vegar ekki, hvers vegna hann kaus að nota þær frekar en niðurstöður Brahes, sérstaklega í ljósi þess að í fjórða kafla styðst hann við mat Brahes á stærð fastastjarna (sjá töflu 3). Það eina sem Gísli segir um þetta efni er eftirfarandi: "Þegar að því kemur að ákvarða stærð föruhnattanna skal það fúslega viðurkennt að fullkomlega nákvæmri mælingaraðferð verður ekki komið hér við vegna geysilegrar fjarlægðar himintunglanna frá jörðinni. En vér ætlum að kynna hér grófa mælingu þar sem hin ágætu stærðfræðivísindi njóta aðstoðar flatarmálsfræðinnar, talnafræðinnar og hinna gullnu fræða þríhyrninga og sínusa."

Kaflar 22 til 24 fjalla um ljósið sem berst til okkar frá föruhnöttum. Gísli tekur fram að aðeins sólin sé sjálflysandi, hinar fá ljós sitt að láni frá henni. Hins vegar stafi einnig frá þeim ögn af eigin ljósi auk lánsljóssins. Þetta megi til dæmis sjá við tunglmyrkva þegar mánninn virðist sveipaður daufri birtu. Þótt skýring Gísla sé í góðu samræmi við ýmsar samtímaheimildir þá er hér um misskilning að ræða. Umrædd birta stafar af ljósdreifingu og ljósbroti í lofthjúpi jarðarinnar, sem beinir sólargeislum inn í jarðskuggann.⁵¹

Í umfjölluninni um sólina í seinni hluta ritgerðarinnar hefur Gísli það eftir Kircher að sólin sé "glóandi massi runninn saman úr fljótandi vaka, hinu upprunalegu heimsljósi, í efnislegan hnött fylltan blöndu allra frumefna." Einnig segir hann að sé sólaryfirborðið skoðað "í rétt smíðaðri og stilltri sólsjá" megi sjá að það breytist í sífellu og á því séu dökk svæði (hér á hann við sólbletti). Síðar getur hann þess, að sé sjónauka beint að tunglinu virðist mega sjá þar bæði höf og lönd og tunglið gæti því líkst jörðinni á ýmsan hátt.

Dispútata Gísla Þorlákssonar er vandað yfirlit yfir þá stjörnufræði sem virðist hafa verið kennd byrjendum við Hafnarháskóla á miðri sautjándu öld. Að auki er þar að finna stutta kynningu á hvirflakenningu Descartes. Heimsmynd Gísla er að verulegu leyti byggð á hugmyndum Tychos Brahes og lærisveina hans í Danmörku og ljóst er af framsetningunni, að sólmiðjukenningin hefur ekki enn náð að festa rætur þar í landi. Tónninn í garð Kóperníkusar er þó mun mildari en í mörgum

eldri verkum danskra höfunda um svipað efni, til dæmis í *Systema physicum* eftir Caspar Bartholin.

4.5 Gíslarím og Þórðarrím

Ekki er til þess vitað að Gísli Þorláksson hafi fengist við stjörnufræði eða náttúruspeki eftir að hann kom frá námi í Höfn. Árið 1671 gaf hann þó út *Enchiridion*, handbók með eilífðarrími, sem síðan hefur verið við hann kennt og kallað Gíslarím. Gísli er reyndar ekki höfundur verksins, heldur Þórður bróðir hans, sem þá var nýkominn úr mikilli námsferð um Evrópu.

Þórður Þorláksson (1637-1697) var í Hólaskóla og stundaði síðan nám í Höfn á árunum 1656 til 1658 um það leyti sem Rasmus Bartholin hóf þar kennslu. Hann var skólameistari á Hólum frá 1660 til 1663 en fór þá utan til frekara náms við ýmsa háskóla í Þýskalandi, Frakklandi, Belgíu, Hollandi og víðar. Í fyllingu tímans kom hann heim og tók við biskupsembætti í Skálholti af Brynjólfi Sveinssyni.

Þórður var einstakur lærdómsmaður og hinn mesti hagleiksmaður að auki. Hann samdi merka Íslandslýsingu, gaf út fjölda rita, mældi hnattstöðu Skálholts og gerði uppdrætti af Íslandi og Norðurlöndum. Þá var Gíslarím hans verk. Árið 1692 gaf hann það út aftur, lítilega breytt, og nefndi *Calendarium Perpetuum*, *Ævarande Tijmatal*. Sú bók er jafnan kölluð Þórðarrím. Í viðaukum er meðal annars fjallað um tímatal, kvartil tunglsins, föruhnetti og dýrahinginn auk læknislistar með stjörnuspekilegu ívafi.⁵²

Það sem vekur mesta athygli við lestur stjörnufræðikaflanna er að heimsmyndin sem lögð er til grundvallar er jarðmiðjukenning síðmiðalda. Röð föruhnettanna er hin sama og hjá Ptólemaíosi og upplýsingarnar um stærð þeirra eru upphaflega komnar úr Jawami eftir al-Farghani (sjá töflu 3).

Ekki er auðvelt að skilja, hvers vegna einn lærðasti maður landsins og andlegur leiðtogi þjóðarinnar taldi rétt að halda hinni fornu jarðmiðjukenningu að löndum sínum í lok sautjándu aldar. Þetta var greinilega gert af ráðnum hug, því heimsmyndin er hin sama í Þórðarrími árið 1692 og í Gíslarími rúmum tuttugu árum áður. Sennilega er rétttrúarstefnu og tíðaranda um að kenna. Þegar tekið er tillit til þess að Þórður hafði numið við marga helstu háskóla Evrópu, þar sem náttúruspeki Descartes var farin að hafa veruleg áhrif, er ljóst að hann hefur ekki aðeins þekkt vel til jarðmiðjukenningar Brahes heldur einnig til sólmiðjukenningar Kóperníkusar. Þess sér þó engin merki í rimbókum hans.

Nokkrum árum áður en Þórðarrím kom út tóku íslenskir Hafnarstúdentar sig til og þýddu á íslensku almanak danska stjörnufræðingsins Bagge Wandal (1622-1684) fyrir árið 1684. Útreikningar hans voru miðaðir við hnattstöðu Hafnar og almanakið kom því ekki að fullum notum hér á landi. Þar er ekkert fjallað um heimsmynd stjörnufræðinnar.

5. Fyrri hluti átjándu aldar

Árið 1700 varð var gerð mikilvæg breyting á tímatali í Danaveldi og þar með á Íslandi. Hætt var að nota júlíanska tímatalið og í staðinn var gregoríanska tímatalið tekið upp. Umsjón með breytingunni hafði Ole Rømer.⁵³ Fyrsta íslenska almanakið í hinum nýja stíl, *Calendarium Gregorianum*, kom út 1707. Höfundur þess var Jón Árnason biskup (1665-1743). Ekkert er þó fjallað um heimsmyndina í þessu eilífðarrími Jóns og ekki heldur í *Fingrarími* hans, sem kom út 1739.

5.1 Þorleifur Halldórsson og Magnús Arason

Á fyrsta áratug átjándu aldar stunduðu nám við Hafnarháskóla þeir Þorleifur Halldórsson (um 1683-1713) og Magnús Arason (um 1683-1728), sem verið höfðu í Skálholtsskóla (þó ekki samtímis). Þeir voru framúrskarandi námsmenn og dispúteruðu báðir nokkrum sinnum í Höfn. Þorleifur var mjög heimspekilega sinnaður eins og ljóslega sjá má á verkum hans. Magnús hafði hins vegar

mestan áhuga á stærðfræðilegum lærdómlistum og bera dispútatiur hans þess glögg merki. Báðir voru þeir miklir málamenn og ágæt latínuskáld.

Áhrifa frá Descartes gætti mjög í náttúruspekináminu við Hafnarháskóla á þessum tíma þar sem helsta kennslubókin var *Specimen philosophiæ naturalis* eftir Caspar yngri Bartholin. Bæði Þorleifur og Magnús hafa þó greinilega lesið mörg önnur rit um náttúruspeki, og að auki lagði Magnús sérstaklega fyrir sig stjörnufræði og stærðfræði undir leiðsögn Oles Rømers. Þakklæti hans til lærimeistarans kemur ljóslega fram í löngu erfiljóði, sem hann orti eftir Rømer árið 1710.⁵⁴

Þeir Þorleifur og Magnús luku báðir námi árið 1710. Skömmu síðar fór Þorleifur til Íslands og gerðist skólameistari á Hólum. Hans naut þó ekki lengi við þar sem hann dó úr berklum haustið 1713. Magnús brá hins vegar á það ráð að ganga í danska herinn þar sem hann varð kapteinn í mannvirkjasveitinni. Hann var sendur til Íslands árið 1721 til landmælinga og tókst að senda nokkra uppdrætti til Danmerkur áður en hann drukknaði í ársbyrjun 1728.⁵⁵

Þorleifur Halldórsson er nú þekktastur fyrir rit sitt *Lof lyginnar*, sem hann samdi upphaflega á latínu árið 1703 og þýddi svo á íslensku 1711. Ritið kom fyrst á prenti árið 1915 og loks sem lærdómsrit árið 1988. Í því fjallar Þorleifur meðal annars stuttlega um "stjörnukúnstina" og þar kemur greinilega fram að hann aðhyllist sólmiðjukenninguna.⁵⁶

Á Hafnarárunum dispúteraði Þorleifur fimm sinnum og voru allir fyrirlestrarnir prentaðir. Sá fyrsti frá 1706 tekur fyrir þátt úr sögu stjörnufræðinnar: *De inventione astronomiæ apud Chaldæos* (Um uppruna stjörnufræðinnar meðal Babylóníumanna). Árið eftir fjallaði Þorleifur svo um heimsmýndina í *De aplane* (Um festinguna). Þeim fyrirlestri verða gerð sérstök skil hér á eftir. Í þriðja fyrirlestri frá 1708 ræðir Þorleifur fornt frumspekilegt deiluefni, *De harmonia coelorum Pythagorica* (Um kenningu Pýþagórasar um samhljóma himnanna). Síðustu tvær dispútatiurnar fjalla svo um guðfræðileg og heimspekileg efni: *De natura et constitutione temporis* (Um eðli og samsetningu tímans) frá 1709 og *De sole retrogrado* (Um bakhreyfingu sólar) frá 1710.

Dispútatiur Magnúsar Arasonar eru einnig fimm að tölu og eru allar til á prenti. Þrjár þeirra, *Phases lunæ dissertationes mathematica* (Um kvartilaskipti tunglsins) I (1708), II (1709) og III (1710), mynda eina heild sem verður rædd sérstaklega hér á eftir. Þær tvær sem eftir eru tengjast landmælingum á einn eða annan hátt. Það eru dispútatiurnar *De zonis globi terraquei* (Um beltaskiptingu jarðar) frá 1707 og *De adminiculis simplicioribus in geometria* (Um einfaldari hjálpartæki í flatarmálsfræði) frá 1710. Af umfjöllun Magnúsar í fyrirlestrunum fimm sem og í erfiljóðinu eftir Rømer, má sjá að hann er vel að sér í stærðfræðilegum lærdómslistum og er óhræddur við að sýna útreikninga þegar honum þykir þess þörf. Þá er ljóst að hann aðhyllist sólmiðjukenninguna að hætti Keplers.

Hér verður fjallað um þær dispútatiur tvímenninganna sem helst tengjast efni þessarar greinar. Það er fyrirlestur Þorleifs um festinguna og fyrirlestrar Magnúsar um kvartilaskipti tunglsins.

5.2 De aplane

Þessi dispútatiá Þorleifs Halldórssonar er tíu síður í fjórðungsbroti. Hún er í flestu ólík ritgerð Gísla Þorlákssonar frá 1651. Gísli gefur hnitmiðað yfirlit yfir heimsmýnd stjörnufræðinnar eins og hún var sett fram við Hafnarháskóla um miðja sautjándu öld, auk þess sem hann minnst á hvirflakenningu Descartes. Þorleifur heldur sig aftur á móti við eitt afmarkað viðfangsefni, hvel fastastjarnanna. Efnistöð hans eru einnig mun heimspekilegri en hjá Gísla og hann færir rök með eða á móti margskonar hugmyndum um festinguna. Jafnframt reynir hann víða að komast að skynsamlegri niðurstöðu um sannleiksgildi hinna ýmsu staðhæfinga. Umfjöllunin sýnir að Þorleifur var víðlesinn lærdómsmaður og vel þjálfaður í rökræðulist.

Ritgerð Þorleifs skiptist í átta kafla auk formála. Í formálanum lýsir hann þeim ásetningi sínum að fjalla fyrst og fremst um fastastjörnurnar, því "að varla er hægt að kanna þær sem neðar eru án þess að lenda í deilum um torveldar kenningar um ástand og hreyfingu föruhnattanna."

Fyrsti kaflinn fer í það að ræða ýmsar nafngiftir á festingunni og er í því sambandi vísað í rit

lærdómsmanna eins og Michaels Neanders (1529-1581), Christophs Scheiners (1573-1650), Galíleís, Descartes og van Lansberges. Síðan er fjallað um fornar og nýjar hugmyndir um fjölda himinhvela, bæði fyrir ofan og neðan festinguna, og einnig um röð þeirra séð frá jörðinni. Enn er vísað til skoðana fyrri tíma spekinga og meðal annars nefndir til sögunnar menn eins og Anaxímandros (um 610 - um 545 f. Kr.), Hipparkos (uppi um 150 f. Kr.), Ptólemaíos, Peurbach, Brahe, Descartes og van Lansberge.⁵⁷

Þriðji kaflinn í dispútatíu Þorleifs fjallar um muninn á föruhnöttum og fastastjörnum. Þar tekur hann meðal annars fram, að föruhnettirnir breyti "fjarlægðinni sín á milli og frá sólbraut með breytilegum og óreglulegum hætti, en fastastjörnurnar hreyfist reglulegri hreyfingu ... og séu ávallt í sömu fjarlægð hver frá annarri og frá sólbraut." Hann hnykkir á lýsingunni með því að vitna í orð Caspars eldri Bartholins, sem hann tekur reyndar úr ritinu *Almagestum novum* (Hið nýja *Almagest*) eftir Giovanni Riccioli (1598-1671): "af því að þær stjörnur sem við nefnum fastastjörnur hreyfast annað hvort alls ekki, semsé samkvæmt kenningu Kóperníkusar, eða að minnsta kosti afar hægt."⁵⁸

Ekki er ljóst hvað vakir fyrir Þorleifi með því að vitna í Bartholin og Riccioli með þessum hætti. Af orðalaginu verður ekki annað ráðið en verið sé að halda fram kenningu Kóperníkusar um möndulsnúning jarðar, sem Þorleifur aðhylltist. Hins vegar voru þeir Bartholin og Riccioli andsnúnir þeirri hugmynd og töldu báðir jarðmiðjukerfi að hætti Brahes vera hið eina rétta.

Í fjórða kafla ræðir Þorleifur nánar um hugmyndir lærdómsmanna um viðbótarhvel fyrir ofan hið áttunda (festinguna). Í því sambandi vitnar hann í Jóhann Alsted (1588-1638), höfund þekktrar fjölfræðibókar frá 1630 auk fleiri yfirlitsrita. Þorleifur telur að mestu óþarft að bæta við níunda og tíunda hvelinu, eingöngu til þess að koma að ellefta himninum, sem sé "á guðfræðilegum en ekki stjarnfræðilegum rökum reistur." Hann lýkur svo umræðunni með því að segja: "Ég ætla aðeins að fullyrða, að þessi fjölgun eininga að nauðsynjalausu muni verða úr sögunni, ef við vildum hlusta á Nikulás Kóperníkus, þegar hann rekur frumhreyfiaflið til jarðarinnar og fallast á staðhæfingu hans, sem að dómi hins víðfræga og rómaða Caspars Bartholins [yngra] ... er einföldust." Hér er Þorleifur greinilega að vísa til tilgátu Kóperníkusar um möndulsnúning jarðarinnar og ummæli hans um fjölgun eininga vísar til þeirrar aðferðar, sem kölluð er rakhnífur Ockhams og var vel þekkt allar götur frá síðmiðöldum.

Næst tekst Þorleifur á við spurninguna um fjarlægðina til fastastjarnanna. Hann minnir á, að Plíníus eldri (23-79) hafi talið það jafngilda sturlun að ætla að finna hana og að van Lansberge hefði talið slíkt óframkvæmanlegt nema með því að gera ráð fyrir að jörðin snerist um möndul sinn. Þessu næst hvetur Þorleifur menn til að lesa það sem Riccioli hafi tekið saman um þetta efni í *Almagestum novum*. Þar megi fræðast um "öldungis furðulega og nánast óendanlega sundurþykkju" lærdómsmanna um fjarlægðina til festingarinnar. Þorleifur vísar síðan í bókina *Sphaera mundi* (Himinhvelið) frá 1620 eftir ítalska jesúítann Giuseppe Biancani (1566-1621) þar sem áætlað sé að fjarlægðin sé 2744 milljarðar jarðgeisla.⁵⁹

Þótt Þorleifur telji sig edlilega ekki geta skorið úr um þetta ágreiningsefni þá getur hann ekki fallist á skoðun Brúnós að alheimurinn sé óendanlegur. Máli sínu til stuðnings nefnir hann að Galíleí í *Dialogo*, Riccioli í *Almagestum novum* og Kepler í *Epitome* telji að það geti ekki staðist að heimurinn sé bæði hnattlaga og óendanlegur. Í framhaldinu segir hann svo: "festingin, bæði hvað varðar fjarlægð frá oss og hvað varðar stærð hennar sjálfrar er ekki óendanleg, en hún kann (fyrir mína parta að sjálfsögðu) vel að vera óafmörkuð, eins og Descartes og fylgismenn hans hnittilega orða það."

Þorleifur lýkur umræðunni um stærð fastastjörnuheimsins með nokkrum athugasemdum um snúningshraða festingarinnar. Fyrst tekur hann fram að sér þyki "ógnarstærð þessa hvels í kenningu Kóperníkusar sennilegri en hreint ótrúlegur hraði þess í kenningu Ptólemaíosar." Í því sambandi nefnir hann að samkvæmt jarðmiðjukenningum sé snúningshraði fastastjarnanna 874 þýskar mílur "á einu æðarslagi" (það er sekúndu). Þetta er sami hraði og Gísli Þorláksson fann í dispútatíu sinni árið 1651 og byggði á tölum fra Tycho Brahe. Síðan bætir Þorleifur við eftirfarandi athugasemd: "Og ef vér trúum Mästlin er það ekki hálfmög, því sjálfur ályktaði hann af kenningu Ptólemaíosar 1.500.000

þýskar mílur á hverri sekúndu, af staðhæfingu al-Farghanis 12.000, eða á einum æðarslætti um það bil 1.100.000 þýskar mílur." Þessar tölur geta alls ekki staðist nema forsendur reikninga séu aðrar en þær sem Þorleifur gefur í skyn með tilvísun í Ptólemaíos og al-Farghani (sjá töflu 1). Aðrar tölur sem Þorleifur nefnir eru þó vel skiljanlegar, meðal annars niðurstaða sem hann eignar Kepler um að snúningshraðinn sé 50 þúsund þýskar mílur á mínútu.

Lokaniðurstaða Þorleifs í þessu máli er hin sama og hjá Gísla Þorlákssyni á sínum tíma, að útreiknaður snúningshraði fastastjörnuhvelsins sé fáránlega hár. "Svo ekki sé minnst á hvað verða myndi, að því gefnu að óravídd Kópernikusar sé sönn, ef hreyfing Ptólemaíosar héldi sér. Þá myndi þetta langstærsta hvel fara um 7.500.000 þýskar mílur á tveim æðarslögum samkvæmt útreikningum Mästlins ... Af því leiðir að staðhæfing vor hér að ofan stenst og mun vonandi standast óhöggud: að víðátta Kópernikusar verðskuldi meiri tiltrú en hraði Ptólemaíosar."

Ljóst er að Þorleifur Halldórsson hefur þekkt til náttúruspeki Descartes, því alls staðar þar sem nafn heimspekingsins ber á góma í ritgerðinni er vísað til hvirflakenningar hans með einum eða öðrum hætti. Þetta á þó sérstaklega við um sjöunda kaflann þar sem rætt er um gerð fastastjörnuheimsins, einkum hvort honum megi skipta í sjálfstæða stjörnuhvirfla. Í því sambandi minnst Þorleifur á tvo fylgismenn Descartes, annars vegar þýska heimspekinginn Jóhann Clauberg (1622-1665) í Duisburg og hins vegar franska heimspekinginn og guðfræðinginn Antoine Le Grand (1629-1699).⁶⁰ Hann segist og vera sammála þeim síðarnefnda "um að einstakar fastastjörnur eigi sér vissan stað og stöðu fjarri hinum, eða svo að vér samræmum orðalag vort hans orðalagi: að stakar fastastjörnur eigi sér eigin hvirfil." Hins vegar vill hann ekki fallast á skoðun þeirra Le Grands og Claubergs að "himinhvelum verði að fjölga til samræmis við stærð eða fjölda fastastjarna." Þorleifur gagnrýnir einnig Le Grand fyrir að halda því fram að fastastjörnuhvirflarnir séu köntóttir frekar en hring- eða hvellaga, en heimspekingurinn gefi sér það til þess að útskýra blik stjarnanna. Hann komist svo í mótsögn við sjálfan sig þegar hann telji blikið stafa af "gufumekki í andrúmslofti".

Í lok sjöunda kafla vitnar Þorleifur í þann stað í Dialogo Galíleís þar sem "Salvíatí spyr hvort fastastjörnurnar eigi að vera á víð og dreif um alheiminn, í mismunandi fjarlægð frá hvaða ótilteknum punkti sem vera skal, eða hvort þeim eigi að koma fyrir á einhverju yfirborði sem sé þanið eins og hvel um miðpunkt sinn, svo að hver þeirra sé jafn langt frá þessum miðpunkti?" Svar Simplisíós er "að farinn skuli millivegur. Gera skuli ráð fyrir hring (ekki hringum) sem dreginn sé um einhvern tiltekinn miðpunkt og umlukinn tveim hvellaga yfirborðum, sé annað þeirra, sem sé hið efra íhvolft og hitt, það neðra kúpt og á milli þeirra skuli settur ótölulegur grúi stjarna, en í mismunandi hæð, svo þetta verði réttnefnt alheimshvel (ekki réttnefnd alheimshvel)." Þessu erum vér sammála, segir Þorleifur.

Sá hluti samræðunnar sem hér er vitnað í fer fram á þriðja degi. Af frásögn Þorleifs er óljóst hvort hann telur Simplisíó vera fulltrúa Galíleís í rökræðunum. Svo er þó ekki, því að málsvari hans (og sólmiðjukenningarinnar) er Salvíatí. Simplisíó er hins vegar málsvari hinnar fornu heimsmyndar Ptólemaíosar. Strax á eftir þeim orðum, sem Þorleifur vitnar í, segir Salvíatí og vísar þá jafnframt til þess sem á undan er komið í samræðunni: "Jæja Simplisíó, það sem við höfum verið að gera allan þennan tíma er að raða himintunglunum upp í samræmi við kenningu Kópernikusar, og er það þitt verk."⁶¹

Í síðasta kaflanum segist Þorleifur vera ósammála tímatalfræðingnum Jósep Scaliger (1540-1609), sem í riti sínu *De emendatione temporum* (Um leiðréttingu tímatalisins) frá 1583, kalli það "hugarburð og kerlingabækur að eigna áttunda hveli hreyfingu."⁶² Hið rétta sé "að auk almennrar hreyfingar sé í því eigin hreyfing, sem sé frá vestri til austurs." Hér á Þorleifur við framsókn vorpunktsins, en hann ferðast umhverfis festinguna á 26 þúsund árum. Ritgerðinni lýkur svo með tilvitnun um þetta efni í *Specimen philosophiæ naturalis* eftir Caspar yngra Bartholin.⁶³

Dispútatía Þorleifs er lipurlega skrifuð og ber víðtækri þekkingu hans gott vitni. Hins vegar má sjá það á framsetningunni, að hann hefur ekki hlotið mikla þjálfun í stærðfræðilegum lærdómslistum, umfram þá sem veitt var á fyrsta námsári í Höfn. Það virðist því ósennilegt að

Þorleifur hafi fengið, eða sóst eftir, þeirri viðbótarleiðsögn í stjörnufræði og stærðfræði sem Magnús Arason fékk hjá Ole Rømer.

5.3 Phases lunae

Verk Magnúsar Arasonar um kvartilaskipti tunglsins birtist í þremur hlutum á árunum 1708 til 1710. Samtals eru þetta 15 stuttir kaflar á 22 blaðsíðum í fjórðungsbroti. Ljóst er að höfundurinn er víðlesinn og ágætlega að sér um sögu tunglfráttanna.

Fyrsta dispútátíðin er á sögulegum nótum og þar fjallar Magnús um fornt deiluefni: "Hvort tunglið [þæri] eigin birtu eða fengi hana léða frá sólinni." Hann segir frá skoðunum fornra spekinga eins og Kleomedesar (um 150 - 200 f. Kr.), Anaxímandrosar, Berosusar (uppi um 200 f. Kr.), Herakleitosar (uppi um 500 f. Kr.) og ýmissa Pýþagóringa sem allir töldu að tunglið "skíni ljósi sem náttúran gæddi það rétt eins og sólin sjálf og fastastjörnurnar." Síðan fullyrðir hann að reynslan hreki hugmyndir þessara manna og því aðhyllist "flestir síðari tíma menn sem betur eru upplýstir gagnstæða skoðun þveröfuga þessum", nefnilega að tunglskinið sé endurkastað sólarljós. Máli sínu til stuðnings vitnar hann í rit Keplers frá 1604, *Astronomiae pars optica* (Ljósfræði stjörnufræðinnar).

Magnús segir frá því að ýmsir seinni tíma menn, eins og Reinhold í skýringum sínum við bók Peurbachs um föruhnetti, hafi fullyrt að tunglið sé "gætt einhverju sérstöku eða dauðu ljósi, og eðli þess er auðséð þegar það myrkvast allt og öll kringlan blasir við ógn skuggaleg og skelfileg á litinn." Þeir séu þó ekki sammála um orsökina. Sjálfur segist Magnús fallast á hugmynd Keplers í *Epitome*, "að ljós þetta hve dauft eða hjart sem það kann að vera stafi ekki af sólargeislum sem smjúgi gegn um tunglið, heldur af endurvarpi þeirra frá jörðu." Þessi skýring er röng eins og áður er getið.

Þessu næst ræðir Magnús margskonar hugmyndir um það hvernig sólarljósið endurkastast af yfirborði tunglsins. Sem fyrr vitnar hann í ýmsa spekinga fornaldar og einnig seinni tíma verk svo sem rit Christophs Scheiners, *Sphaera mundi* eftir Giuseppe Biancani, *Dialogo Galileís* og *Astronomiae pars optica* eftir Kepler.

Eftir þennan ítarlega inngang um tunglsljósið kemst Magnús loks að aðalatriðinu, sem eru kvartilaskiptin. Hann ræðir fyrst uppruna orðsins "fasis" (fasi) og lýsir síðan í smáatriðum breytilegu útliti tunglsins eftir því hvar það er stadd miðað við sólina. Þá fjallar hann einnig stuttlega um mikilvægi kvartilaskipta fyrir hin ýmsu tímatöl og vitnar í því sambandi í rit arabíska stjörnufræðingsins og stærðfræðingsins al-Battānis (um 850 - 929), *Almagestum novum* eftir Riccioli og *De emendatione temporum* eftir Jósep Scaliger.⁶⁴

Að lokum getur Magnús þess að kvartilaskiptin skipti ekki mánuðinum í jafna hluta: "Það hindrar einhver óregluleg rykkjótt hreyfing tunglsins, því það hreyfist eilítið hraðar við nýmána og fullt tungl en í öðrum kvartilaskiptum." Í þessu sambandi nefnir hann sérstaklega að Kepler kvarti yfir óreglunni í *Tabulae Rudolphinae* (Töflum Rúdólfs) frá 1627 og segi meðal annars að "þessi hrokafulla og ólögghlyðna stjarna [víki] enn við og við örlítið af braut sinni".

Önnur dispútátíðin í röðinni og jafnframt sú stýsta birtist árið 1709. Þar ræðir Magnús um fornar og nýjar hugmyndir um hugsanlegan lofthjúp á tunglinu. Meðal annars getur hann þess að bæði Galíleí og Mästlin telji "að tunglið sé umleikið lofti sem henti vel til að endurvarpa sólargeislunum." Magnús heldur því hins vegar fram að þar sé ekkert andrúmsloft og bendir á að það sé "fyrir löngu alkunna af stjörnum, sem hverfa ef þær ganga á bak við tunglið og koma fram undan aftur og sjást skýrt í stjörnuvíki bæði undan og eftir fast við tungljaðarinn."⁶⁵

Síðan ræðir Magnús fram og aftur um þá staðreynd að á hverjum tíma, nema við tunglmyrkva, sé rúmlega helmingur tunglsins upplýstur af sólarljósi. Ástæðan sé sú að sólin sé stærri en tunglið. Máli sínu til stuðnings vitnar hann í *Opticorum libri* (Ljósfræði) eftir belgíska náttúruspekinginn Francois Aguilon (1546-1617) og *Liber de crepusculis* (Um rökur) eftir arabíska stærðfræðinginn og náttúruspekinginn Ibn al-Haytham (um 965-um 1040).⁶⁶

Annarri ritgerðinni lýkur svo með umfjöllun "um fávíslegar skoðanir almúgans um kvartilaskipti

tunglsins og breytilega lögun þess og stöðu, sem hann fullyrðir að álykta megi eitthvað með vissu af um komandi veðurfar." Meðal annars ræðir Magnús hvernig veðurfar geti vissulega haft áhrif á það hvernig tunglið lítur út séð frá yfirborði jarðar og vitnar í því sambandi í Selenographia (Landabréf af tunglinu) eftir Johannes Hevelius (1611-1687) frá 1647. Hins vegar geti enginn af þeim sökum ályktað neitt með vissu um komandi veðurfar. Þetta styður Magnús ágætum rökum.⁶⁷

Þriðja og síðasta ritgerð Magnúsar um kvartilaskipti tunglsins fjallar um atriði er tengjast beint heimsmýnd stjörnufræðinnar. Eftir skáldlegan formála um ágæti talnafræði og rúmfræði beitir hann aðferð Aristarkosar frá Samos til að finna fjarlægðina til sólar. Með því að gera ráð fyrir að fjarlægð tunglmiðju frá jarðarmiðju sé 60 jarðgeislar og að hornið milli sólar miðju og miðju nákvæmlega hálf tungls sé 89 gráður og 52 bogamínútur, reiknar Magnús út að fjarlægð milli jarðar og sólar sé 25.800 jarðgeislar, sem er ekki fjarri niðurstöðu Huygens (sjá töflu 4 til samanburðar). Við útreikningana notar Magnús logra og beitir sínusreglunni fyrir þríhyrninga. Hann getur þess hins vegar ekki hvaðan niðurstöðurnar, sem hann leggur til grundvallar reikningunum, séu komnar.

Eftir að hafa ákvarðað stjarnfræðieininguna (meðalfjarlægð jarðar frá sólinni) með þessum hætti vitnar Magnús í Epitome Keplers og beitir þriðja lögmáli hans til þess að finna fjarlægð hinna reikistjarnanna frá miðpunkti sólkerfisins. Niðurstöður Magnúsar eru (í jarðgeislum): Satúrnus: 245.840, Júpiter: 134.100, Mars: 39.300, Venus: 18.680 og Merkúrís: 10.020 (sjá töflu 2 til samanburðar).⁶⁸

Magnús lýkur þriðju dispútátíunni með því að ræða um lengdarákvarðanir. Hann lýsir því hvað lengdarbaugur er og hvernig lengdarmunur tveggja staða á jörðinni er skilgreindur. Þá tekur hann fram að venjulega sé lengdarmunurinn fundinn með því að fylgjast með atburðum á himni, sem hægt sé að tímasetja nákvæmlega á báðum stöðum. Til dæmis megi nota sól- og tunglmyrkva í þessu sambandi og ekki síður myrkva Júpiterstungla. Hann heldur því síðan fram, og fylgir þar Hevelíusi, að einnig megi hafa gagn "af kvartilaskiptum tunglsins og hvenær birta fellur á auðþekkt kennileiti á yfirborði þess." Hann lýkur síðan umræðunni með dæmi um það hvernig nota megi þessa aðferð til að finna lengdarmun Moskvu og Hafnar.⁶⁹

Eftir því sem næst verður komist er Magnús Arason fyrsti Íslendingurinn sem fjallar um þriðja lögmál Keplers í rituðu máli. Jafnframt kemur Galiléi við sögu hjá honum. Minna má á að einnig er vitnað í meistarana í dispútátíu Þorleifs Halldórssonar og ljóst er að þeir voru báðir í miklum metum hjá þeim Magnúsi og Þorleifi. Til samanburðar má geta þess, að ekkert er á þá minnst í sögukaflanum í almanaki Gísla Einarssonar frá 1650 eða í dispútátíu Gísla Þorlákssonar frá 1651.

Það er eftirtektarvert að hvorki Magnús né Þorleifur nefna Newton eða verk hans í dispútátíum sínum. Það kemur heim við það sem áður var getið, að um 1710 höfðu hugmyndir Newtons ekki verið mikið til umræðu við Hafnarháskóla. Þá voru þó liðin rúm tuttugu ár frá því Principia kom út. Hálfri öld síðar voru verk Newtons hins vegar vel þekkt í Höfn, eins og til dæmis má sjá í dispútátíum Stefáns Björnssonar reiknimeistara.

6. Upplýsingin

Segja má að íslenska upplýsingin hafi hafist skömmu eftir miðja átjándu öld, þegar íslenskir höfundar tóku að birta ritsmíðar sem báru ótvíræð merki hinnar nýju stefnu. Í hópi upplýsingarmanna voru nokkrir lærdómsmenn sem voru vel að sér í stjörnufræði og náttúruspeki og skrifuðu um slík efni. Þar á meðal voru Stefán Björnsson (um 1721-1798) reiknimeistari í Höfn, Hannes Finnsson (1739-1796) biskup og Magnús Stephensen (1762-1833) dómstjóri.⁷⁰

6.1 Stefán Björnsson

Stefán Björnsson var fyrst í Hólaskóla og lagði síðan stund á guðfræði í Höfn. Að námi loknu varð hann skólameistari á Hólum en lenti fljótlega í útistöðum við valdamenn. Hann hvarf því úr landi og

hóf aftur nám við Hafnarháskóla, nú í náttúruspeki og stærðfræði. Stefán vann síðan lengi að þríhyrningamælingum í Danmörku og þó sérstaklega að útreikningum þeim tengdum fyrir danska vísindafélagið. Hann gaf út athyglisverða bók um ferhyrninga árið 1780 auk þess sem hann varð fyrstur Íslendinga til þess að hljóta gullverðlaun Hafnarháskóla í stærðfræði árið 1793. Þá sá hann um fyrstu fræðilegu útgáfuna á Rimbeglu árið 1780. Á árunum 1782 til 1794 skrifaði hann ýmsar fræðslugreinar í anda upplýsingarinnar um aflfræði, landmælingar og veðurfræði. Þær voru allar á íslensku og birtust í riti Lærdómslistafélagsins.⁷¹

Áður en Stefán hóf störf hjá vísindafélaginu dispúteraði hann fjórum sinnum í Höfn og eru fyrirlestrar hans allir til á prenti. Tveir þeirra eru um heimspekileg efni og bera vott um talsverð áhrif frá Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) og fylgismanni hans Christian Wolff (1679-1754). Það eru *De essentia consecutiva* (Um afleitt eðli) frá 1757 og *Dissertatio spectans ad physicam coelestem* (Fyrirlestur varðandi eðli himintungla) frá 1760.

Tvær af dispútatíum Stefáns fjalla um stjörnufræði og náttúruspeki. Í *De effectu cometarum descendentium in systema nostrum planetarium* (Um verkan halastjarna sem ganga niður í reikistjörnukerfi vort) frá 1758 kemur greinilega fram að Stefán hefur verið vel að sér í aflfræði Newtons og meðal annars vitnar hann í *Principia*. Hann fjallar ítarlega um þyngdarlögmálið og lýsir því hvernig halastjörnur hreyfast vegna þyngdaráhrifa frá sólinni. Jafnframt ræðir hann áhrif halastjarna á hreyfingu sólar og reikistjarna og einnig um sjávarföll af þeirra völdum. Öll umfjöllunin er byggð á náttúruspeki og heimsmýnd Newtons og ljóst er að í hugmyndaheimi Stefáns Björnssonar er byltingu Kóperníkusar löngu lokið.

Hin dispútatía Stefáns um stjörnufræði og náttúruspeki er frá 1759 og ber hið sérkennilega nafn *De usu astronomiæ in medicina cujus præliminaria de influxu corporum cælestium systemmatis nostri solaris in tellurem nostram mediante illuminaria et magnetica* (Um gagnsemi stjörnufræði í læknislist: Inngangur um áhrif himinhnatta sólkerfis vors á jörð vora með ljósafla og segulafla). Ekki er ljóst hvort Stefán hefur hugsað sér að aðrir fyrirlestrar, og þá um læknisfræði, fylgdu í kjölfarið en dispútatía hans kemur ekkert inn á slíka hluti. Í staðinn ræðir hann um krafta sem stafa frá himintunglum og hvort áhrif þeirra berist með einhvers konar efni eða hvort þeir verki í tómi.

Líkt og Descartes og Aristóteles á undan honum telur Stefán að tóm sé ekki til og "að óravíddir himins í öllu sólkerfi voru, allt frá yfirborði sólar vorrar, ekki aðeins út fyrir Satúrnus, heldur einnig fjarlægustu halastjörnur, séu gagnsteknar og fylltar einhverju afar fingerðu efni, og með þeim miðli hafi allir hlutir í kerfi voru gagnkvæm áhrif hver á annan." Þarna er Stefán að tala um vakann (æther) sem hefur haft ýmis birtingarform í sögunni, til dæmis sem ljósvaki, varmavaki eða aðdráttarvaki. Hinn síðastnefnda kallar Stefán einnig segulvaka og á þá við þann vaka sem ber þyngdaraflið. Hann getur þess að Leibniz og fylgismenn hans verji kenninguna um vaka en fylgismenn Newtons haldi fram tilvist tómsins. Í því sambandi vísar Stefán í bók frá 1720, *Physices elementa mathematica: sive introductio ad philosophiam Newtonianam* (Stærðfræðileg frumatriði náttúruspekinnar: kynning á heimspeki Newtons), eftir einn af áhrifamestu fylgismönnum Newtons á meginlandi Evrópu, Willem Jakob 'sGravesande (1688-1742) í Leiden.⁷²

Þessu næst fjallar Stefán í talsvert löngu máli um eiginleika sólarljóssins og áhrif þess á jörðina. Í því sambandi vitnar hann í *Opticks* (Ljósfræði) Newtons frá 1704 og í sérútgáfu smárita eftir hann, *Opuscula mathematica, philosophica et philologica*, frá 1744. Einnig minnst hann á *Elementa chemiæ* (Efnafræði) eftir Hermann Boerhaave (1668-1738) frá 1724 og ræðir um mælingar enska fjölfræðingsins Roberts Hooke (1635-1703) á tunglsljósi.⁷³

Stefán Björnsson var fyrsti Íslendingurinn sem kynnti sér verk Ísaks Newtons til nokkurrar hlítar. Ekki er ljóst hvort hann hefur orðið fyrir áhrifum frá Jens Kraft í Sorø, en hins vegar fer ekki á milli mála að Stefán er í hópi þeirra sem fyrstir ræddu kenningar Newtons opinberlega við Hafnarháskóla. Thomas Bugge, sem síðar varð yfirmaður Stefáns, hóf ekki kennslu við skólann fyrr en nokkrum árum eftir að Stefán flutti fyrirlestra sína.

Skömmu eftir að Stefán dispúteraði í síðasta sinn flutti annar Íslendingur, Skúli Thorlacius (1741-1815) nokkra fyrirlestra við Hafnarháskóla um heimspekileg efni. Skúli varð síðar rektor í

Danmörku og virtur fræðimaður þar í landi. Hér verða aðeins nefndir tveir fyrirlestra hans og þá einkum vegna titlanna. Hinn fyrri var fluttur 1762 og hét *De infinito* (Um óendanleikann). Fjórum árum síðar dispúteraði Skúli svo aftur með *De mundo* (Um heiminn). Eins og áður var getið eru dispútatíur Skúla heimspekilegs eðlis og fjalla hvorki um stjörnufræði né náttúruspeki. Þær verða því ekki til frekari umræðu hér.⁷⁴

6.2 Lærdómslistafélagið

Upplýsingin á Íslandi birtist meðal annars í stofnun nýrra félaga og útgáfu nýrra tímarita og bóka á íslensku. Árið 1779 komu tólf Íslendingar saman í Höfn og stofnuðu Hið íslenska lærdómslistafélag, sem aðallega hafði á stefnuskrá sinni að efla vísindi í landinu og bæta smekk og efla lestrarfýsni hjá þjóðinni. Á árunum 1780 til 1794 gaf félagið út tímarit, Rit Lærdómslistafélagsins, sem lengst af kom út árlega. Þar birtust fróðlegar greinar um margvísleg efni, ýmist frumsamdar eða þýddar.⁷⁵

Meðal efnis í riti félagsins var þýðing úr dönsku á læsilegri bók, *Undirvísan í Náttúruhistoriunni*, eftir þýska landafræðinginn Anton Friedrich Büsching (1724-1793). Verkið kom upphaflega út í Berlín árið 1776 og fjallar um náttúruvísindi, þar á meðal heimsmýnd stjörnufræðinnar. Ljóst er á framsetningunni að á þessum tíma hefur sólmiðjukenningin verið búin að vinna fullnaðarsigur á jarðmiðjukenningum.⁷⁶

Heimsmýnd stjörnufræðinnar ber einnig stuttlega á góma í *Paradísarmissi* Johns Miltons (1608-1674), en þýðing Jóns Þorlákssonar á Bægisá (1774-1819) á fyrstu þremur bókum ljóðsins birtist í síðustu bindunum af Riti Lærdómslistafélagsins.⁷⁷

6.3 Hannes Finnsson og Magnús Stephensen

Eftir að hafa verið í Skálholtsskóla fór Hannes Finnsson til náms í Höfn árið 1755. Hann þótti góður námsmaður og fjölhæfur mjög. Hann lærði stærðfræði og stjörnufræði hjá Christian Horrebow, sem hafði á honum mikið álit. Til dæmis mælti Horrebow með því að Hannes yrði ráðinn kennari í stærðfræði við dönsku hirðina árið 1766, en hann gat ekki þegið stöðuna vegna Íslandsferðar. Hann fór þó aftur út og dvaldist í Höfn til 1775. Til eru í handriti fyrirlestranótur hans um náttúruspeki og stjörnufræði frá skólaárunum í Höfn.⁷⁸

Magnús Stephensen lærði hjá Hannesi áður en hann settist í Skálholtsskóla og síðar í skólanum sjálfum. Hann fór síðan til frekara náms í Höfn og dvaldist þar á árunum 1781 til 1788. Frá þeim tíma eru til eftir hann í handriti ýmsar nótur, til dæmis eftir fyrirlestrum Thomasar Bugges um stjörnufræði.⁷⁹

Árið 1794 var stofnað á Alþingi nýtt félag í anda upplýsingarstefnunnar sem kallað var Hið íslenska landsuppfræðingarfélag. Magnús var helsti frumkvöðull að stofnuninni og hlaut til þess góðan stuðning frá Hannesi og ýmsum öðrum embættismönnum. Undir forustu Magnúsar stóð félagið meðal annars að útgáfu tímarita, guðfræðiritra, fagurbókmennta, barnaefnis og ýmissa fræðslurita, fyrst í Leirárgörðum og síðan í Viðey.⁸⁰

Magnús var mikill áhugamaður um náttúruvísindi og fjallaði um þau í ýmsum ritum sínum. Meðal annars gefur hann ágætis yfirlit yfir heimsmýnd samtímans í ritgerðunum *Alstirndi himininn* og *Vorir sólheimar*, sem birtust í Vinagleði árið 1797.⁸¹

Á svipuðum tíma gaf Landsuppfræðingarfélagið út *Kvöldvökur Hannesar Finnssonar*. Þar er lítið að finna um heimsmýndina sem slíka, en í seinna bindinu er þó hin fróðlega grein *Um halastjörnur*. Annað virðist Hannes ekki hafa birt um stjörnufræði.⁸²

Árið 1798 kom svo út á vegum félagsins þýðing Jóns á Bægisá á *Tilraun um manninn* eftir Alexander Pope (1688-1744). Pope skrifaði fyrstu tvo kaflana árið 1732 og síðasta kaflann 1744. Þessi þýðing er nefnd hér vegna þess að heimsmýndin sem endurspeglast í enska frumtextanum er sólmiðjukenningin. Sú mynd kemst þó ekki fyllilega til skila í þýðingunni, hvernig sem á því

stendur.⁸³

Sama ár gaf félagið einnig út bókina Sá guðlega þenkjandi náttúruskoðari með tveimur þýddum ritgerðum eftir danska sagnfræðinginn Peter Frederik Suhm (1728-1798).⁸⁴ Þýðandi var séra Jón Jónsson "lærði" (1759-1846) en Stefán Þórarinnsson (1754-1823) amtmaður, einn af stofnendum Landsuppfræðingarfélagsins, mun hafa komið bókinni á framfæri við Magnús.

Fyrri ritgerðin, Heimans bygging, nær yfir 140 síður af 152 og er því meginefni bókarinnar. Hún gefur, líkt og Náttúruhistoría Büschings, mjög læsilegt yfirlit yfir almenna þekkingu á sviði náttúruvísinda á árunum um og upp úr miðri átjándu öld. Þar er fjallað allitarlega um stjörnufræði og heimsmyndina og jafnframt um eðlisfræði, efnafræði, lofthjúpin og höfin, jarðfræði, dýrafræði og grasafræði. Heimsmyndin er sólmiðjukenning Kóperníkusar og rætt er um sumar niðurstöður þeirra Keplers og Newtons.

Það sem gefur þessari bók sérstakt gildi eru neðanmálgreinar Jóns lærða. Útskýringar hans eru hnitmiðaðar og bera vott um umtalsverða þekkingu á náttúruvísindum. Hann hefur greinilega átt gott bókasafn og flestar bækurnar sem hann vitnar í eru frá átjándu öld. Hann virðist þó ekki hafa þekkt sérlega vel til verka Newtons en greina má sterk áhrif frá náttúruspeki Descartes í ýmsum athugasemdum hans.

7. Lokaorð

Á sautjándu og átjándu öld virðast hugmyndir Íslendinga um byggingu heimans hafa verið svipaðar þeim sem ríktu erlendis og þá kannski sérstaklega í Kaupmannahöfn. Þó eru ýmsar vísbendingar um það að Íslendingar hafi verið heldur seinni til en margar aðrar þjóðir í Evrópu að tileinka sér nýjar hugmyndir á þessu sviði. Það verður að teljast eðlilegt í ljósi smæðar og einangrunar landsins.

Öll opinber umræða um heimsmyndina meðal Íslendinga virðist hafa farið fram í hópi stúdenta við Hafnarháskóla, sem á þessum tíma var jafnframt háskóli þjóðarinnar. Umfjöllunin tengdist einkum náminu í náttúruspeki og stjörnufræði og birtist að hluta í latneskum dispútátum. Stúdentarnir voru þó fyrst og fremst í hlutverki umsagnaraðila í þeirri umræðu og ekki er til þess vitað að nokkur Íslendingur hafi tekið að sér að gerast opinber málsvari sólmiðjukenningarinnar, hvorki í Höfn né hér heima að námi loknu.

Þrátt fyrir að lærðir Íslendingar hafi þekkt vel til sólmiðjukenningar Kóperníkusar þegar í upphafi sautjándu aldar og jafnvel fyrr, þá voru jarðmiðjukenningar ríkjandi hér á landi alla sautjándu öldina og vel fram á þá átjándu. Flestir í hópi lærðra manna hafa sennilega aðhyllst jarðmiðjukenningu Tycho Brahes, sem hafði langmest vægi í kennslunni við Hafnarháskóla allt fram á seinni hluta sautjándu aldar. Hins vegar er líklegt að íslensk alþýða hafi frekar aðhyllst jarðmiðjukenningu síðmiðalda með endurbótum síðbótarinnar, enda var þeirri hugmyndafræði haldið að mönnum í áhrifamiklum ritum eins og Gíslarími og Þórðarrími.

Það er fyrst með upplýsingunni sem augljós umskipti verða. Þá gat almenningur lesið íslenskar ritgerðir Magnúasar Stephensens um heimsmyndina og verk eins og Náttúruhistoríu Büschings og Náttúruskoðara Suhms í íslenskri þýðingu. Fullyrða má, að með þessum ritmiðum hafi byltingu Kóperníkusar endanlega lokið á Íslandi.⁸⁵

Heimildaskrá

- Aiton, E. J. (1989): *The Cartesian Vortex Theory*. Í *The General History of Astronomy*. Volume 2, Part A. Ritstj. R. Tanton, C. Wilson og M. Hoskin. Cambridge 1989, bls. 207-221.
- Andri S. Björnsson (2004): *Vísindabyltingin og rætur hennar í fornöld og á miðöldum*. Reykjavík 2004.
- Ágúst H. Bjarnason (1926): *Himingeimurinn*. Akureyri 1926.
- Ágúst H. Bjarnason (1954): *Saga mannsandans*. 5. bindi: Vesturlönd. Reykjavík 1954.
- Armitage, A. (1957): *Copernicus: the Founder of Modern Astronomy*, New York 1957. Endurútgefnin hjá Dover 2004 undir heitinu *Copernicus and Modern Astronomy*.
- Büsching, A.F. (1782-1794): *Doct. Anton Friderich Büschings Undirvisan í Náttúruhistoriunni fyrir þá, sem annathvert alz eckert edr lítit vita af henni*. Guðmundur Þorgrímsson þýddi. Rit Lærdómslistafélagsins 1782-1794: II. Bls. 231-262; III. Bls. 28-51; V. bls. 1-32; X. bls. 61-123; XIII. bls. 1-84. Kaupmannahöfn. Sveinn Pálsson þýddi síðasta hlutann (í XIII. Bindinu).
- Caspar, M. (1993): *Kepler*. Ný ensk útgáfa frá Dover 1993.
- Christianson, J. R. (2000): *On Tycho's Island: Tycho Brahe and His Assistants 1570-1601*. Cambridge 2000.
- Christianson, J. R. (2002): *The Legacy of Tycho Brahe*. *Centaurus*, 44, 2002, bls. 228-247.
- Cohen, I. B. og Whitman, A. (1999): *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Translated by I. Bernard Cohen and Anne Whitman, with the assistance of Julia Budenz. With a Guide to Newton's Principia by I. Bernard Cohen. Berkeley 1999.
- Connor, J. A. (2004): *Kepler's Witch: An Astronomer's Discovery of Cosmic Order Amid Religious War, Political Intrigue, and the Heresy Trial of His Mother*. New York 2004.
- Copernicus, N. (1512): *De hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus*. Handrit ritað um 1512. Fyrst prentað í Vín árið 1878.
- Copernicus, N. (1543): *De revolutionibus orbium coelestium libri sex*. Nürnberg 1543.
- Descartes, R. (1998): *Oðræða um aðferð*. Þýðandi Magnús Jónsson. Inngangur eftir Þorstein Gylfason. Reykjavík 1998;
- Descartes, R. (2001): *Hugleiðingar um frumspeki*. Þýðandi Þorsteinn Gylfason sem einnig ritar inngang. Reykjavík 2001.
- Dobbs, B. J. T. og Jacob, M. C. (1995): *Newton and the Culture of Newtonianism*. Atlantic Highlands 1995.
- Drake, S. (1978): *Galileo at Work: His Scientific Biography*. Chicago 1978.
- Ebbesen, S. og Koch, C. H. (2003): *Den danske filosofis historie: Dansk filosofi i renæssancen, 1537-1700*. København 2003.
- Einar H. Guðmundsson (1995): *Stefán Björnsson reiknimeistari*. Fréttabréf Íslenzka stærðfræðafélagsins, 7, 1, 1995, bls. 8-27.
- Einar H. Guðmundsson (1996): *Tycho Brahe og Íslendingar*. Lesbók Morgunblaðsins, 14. desember 1996, bls. 4-6.
- Einar H. Guðmundsson (1998a): *Ferhyrningar, halastjörnur og grunnmaskínur: Tveggja alda ártíð Stefáns Björnssonar*. Lesbók Morgunblaðsins, 17. október 1998a, bls. 8-9.
- Einar H. Guðmundsson (1998b): *Gísli Einarsson skólameistari og vísindaáhugi á Íslandi á 17. öld*. Saga, 36, 1998, bls. 185-231.
- Einar H. Guðmundsson (2002): *Repp gegn Ørsted*. Í ráðstefnuritinu *Eðlisfræði á Íslandi X*. Ritstj. Ari Ólafsson. Reykjavík 2002, bls. 219-239.
- Einar H. Guðmundsson (2003): *Björn Gunnlaugsson og náttúruspekin í Njólu*. Ritmennt, 8, 2003, bls. 9-78.
- Einar Hjörleifsson Kvaran (1908): *Dómur Galileis*. Skírnir 82, 1908, bls. 370-371.
- Fara, P. (2002): *Newton: The Making of Genius*. London 2002.
- Ferguson, K. (2002): *Tycho og Kepler: The Strange Partnership that Revolutionized Science*. London 2002.
- Friedrichsen og fl. ritstj. (2004): *Ole Rømer: Videnskabsmand og samfundstjener*. København 2004.
- Galilei G. (2001): *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems: Ptolemaic and Copernican*. Translated and with revised notes by S. Drake. Foreword by A. Einstein. Introduction by J. L. Heilbron. New York 2001.

- Gaukroger, S. (1995): *Descartes: An Intellectual Biography*. Oxford 1995.
- Gilder, J. og Gilder, A-L. (2004): *Heavenly Intrigue: Johannes Kepler, Tycho Brahe and the Murder Behind One of History's Greatest Scientific Discoveries*. New York 2004.
- Gillespie, C. C. (1981): *Dictionary of Scientific Biography*. 18 binda heildarútgáfa (bundin í 10 bindi). New York 1981.
- Gingerich, O. (1990): *Five Centuries of Astronomical Textbooks and Their Role in Teaching*. Í *The Teaching of Astronomy*. Ritstj. J. M. Pasachoff og J. R. Percy. Cambridge 1990, bls. 189-196.
- Gingerich, O. (1993): *The Eye of Heaven: Ptolemy, Copernicus, Kepler*. New York 1993.
- Gingerich, O. (2004): *The Book Nobody Read: Chasing the Revolutions of Nicolaus Copernicus*. New York 2004.
- Gleick, J. (2003): *Isaac Newton*. New York 2003.
- Goldstein, B. R. og Hon, G. (2005): *Kepler's Move from Orbs to Orbits: Documenting a Revolutionary Scientific Concept*. *Perspectives on Science*, 13, 2005, bls. 74-111.
- Grant, E. (1978): *Cosmology*. Í ritinu *Science in the Middle Ages*. Ritstj. Lindberg, D. C. Chicago 1978, bls. 265-302.
- Grant, E. (1987): *Celestial Orbs in the Latin Middle Ages*. *Isis*, 78, 1987, bls. 153-173.
- Gunnar Harðarson (1985): *Verkefni íslenskrar heimspekisögu*. *Skírnir* 159, 1985, bls. 45-70.
- Gunnar Harðarson (1988): *Heimspeki og fornmenntir á Íslandi á 17. öld*. *Hugur* 1, 1988, bls. 89-100.
- Hall, M. B. (1994): *The Scientific Renaissance 1450-1630*. Dover 1994.
- Hannes Finnsson (1796-1797): *Qvöld-vøkurnar 1794*. Samanteknar af Dr. Hannesi Finnsyni. *Leirárgarðar 1796-1797*.
- Hannes Þorsteinsson (1964): *Páll Björnsson prófastur í Selárdal*. *Merkir Íslendingar*. Nýr flokkur. 3. bindi, Reykjavík 1964, bls. 43-84.
- Haraldur Sigurðsson (1978): *Kortasaga Íslands frá lokum 16. aldar til 1848*. Reykjavík 1978.
- Henry A. Henrysson (1999): *Frumspeki og óendanleiki í verkum Skúla Thoroddsens: Íslensk heimspeki á 18. öld*. Reykjavík 1999.
- Ingi Sigurðsson ritstj. (1990): *Upplýsingin á Íslandi: Tíu ritgerðir*. Reykjavík 1990.
- Ingi Sigurðsson (1996): *Hugmyndaheimur Magnúsar Stephensens*. Reykjavík 1996.
- Inwood, S. (2002): *The Man Who Knew Too Much: The Strange and Inventive Life of Robert Hooke 1635-1703*. London 2002.
- Jakob Benediktsson (1966): *Gísli Magnússon (Vísi-Gísli) sýslumaður*. *Merkir Íslendingar*. Nýr flokkur. 5. bindi, Reykjavík 1966, bls. 29-74.
- Jakob Benediktsson (1987): *Hafnarháskóli og íslensk menning*. Í ritinu *Lærdómslistir*. Reykjavík 1987, bls. 206-219.
- Janus Jónsson (1913): *Giordano Bruno*. *Skírnir* 87, 1913, bls. 269-276.
- Janus Jónsson (1915): *Kopernikus*. *Skírnir* 89, 1915, bls. 142-149.
- Jardine, L. (2003): *The Curious Life of Robert Hooke: The Man Who Measured London*. London 2003.
- Jón Halldórsson (1903-1910): *Biskupasögur*, 1. bindi, Reykjavík 1903-1910.
- Jón Halldórsson (1911-1915): *Biskupasögur*, 2. bindi, Reykjavík 1911-1915.
- Jón Helgason (1936): *Hannes Finnsson biskup í Skálholti*. Reykjavík 1936.
- Jón Helgason (1948): *Bókasafn Brynjólfs biskups*. *Árbók Landsbókasafnsins 1946-1947*. Reykjavík 1948, bls. 115-147.
- Jón Ólafsson (1950): *Um þá lærðu Vídalína*. Í *Merkir Íslendingar*, 4. bindi, Reykjavík 1950, bls. 71-179.
- Jón Pálsson ritstj. (1998): *Frumkvöðull vísinda og mennta: Þórður Þorláksson biskup í Skálholti*. Reykjavík 1998.
- Jón Steffensen (1990): *Alþýðulækningar*. Í bókinni *Íslensk þjóðmenning VII*, Reykjavík 1990, bls. 103-215.
- Kobe, D. H. (1998): *Copernicus and Martin Luther: An Encounter Between Science and Religion*. *Am. J. Phys.* 66, 3, 1998, bls. 190-196.
- Koch, C. H. (2003): *Den danske filosofis historie: Dansk oplysningsfilosofi, 1700-1800*. København 2003.
- Koyré, A. (1973): *The Astronomical Revolution: Copernicus, Kepler, Borelli*. Ithaca 1973.
- Kragh, H. (2005): *Dansk Naturvidenskabs Historie I: Fra Middelalderlærdom til Den Nye Videnskab, 1000- 1730*. Aarhus 2005.
- Kuhn, T. S. (1957): *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the development of Western Thought*. Cambridge 1957.
- Leikola, A. (1988): *Copernicus och astronomien i Aabo*. Í *Kungliga Akademien i Aabo 1640-1808*. Ritstj.

- M. Klinge og fl. Aabo 1988, bls. 565-574.
- Leó Kristjánsson (2001): Silfurberg: einstæð saga kristallanna frá Helgustöðum. Jökull 50, 2001, bls. 95-108.
- Magnús Arason (Magnus Aretha Thorkillius) (1710): Tristissimum obitum viri inter mortales quondam perillustris et generosi Dn. Olai Römeri ... gemebundus deflet ... Hafniae 1710.
- Magnús Stephensen (1797): Skemtileg Vina-Gledi í fróðlegum Samræðum og Liódmælum. Leirárgarðar 1797.
- Methuen, C. (1996a): The Role of the Heavens in the Thought of Philip Melanchton. Journal of the History of Ideas, 57, 1996, bls. 385-403.
- Methuen, C. (1996b): Maestlin's Teaching of Copernicus: The Evidence of His University Textbook and Disputations. Isis 87, 1996, bls. 230-247.
- Milton, J. (1828): Ens enska skálds J. Miltons, Paradísar missir á íslensku snúinn af þjóðskáldi Íslendinga Jóni Þorlákssyni. Kaupmannahöfn 1828.
- Moesgaard, K. P. (1972): How Copernicanism Took Root in Denmark and Norway. Études sur l'audience de la théorie héliocentrique. Ritstj. J. Dobrzycki. Studia Copernica 5, 1972, bls. 117-151.
- Moesgaard, K. P. (1974): Copernicus' inflydelse paa Tycho Brahe. Astronomisk Tidsskrift 7, 1, 1974, bls. 1-16.
- Niels Dungal (1948): Blekking og þekking. Reykjavík 1948.
- Nielsen, A. V. (1944): Ole Rømer: En skildring af hans liv og virke. Aarhus 1944.
- Nielsen, N. (1912): Matematiken i Danmark 1528-1800: Bidrag til en Bibliografisk-Historisk Oversigt. Kaupmannahöfn 1912.
- Nørlund, N. E. (1944): Islands kortlægning: En historisk fremstilling. Kaupmannahöfn 1944.
- Orr, M. A. (1956): Dante and the Early Astronomers. London 1956.
- Pancheri, U. (1978): Pierre Gassendi: A Forgotten but Important Man in the History of Physics. Am. J. Phys. 46, 5, 1978, bls. 455-463.
- Páll Eggert Ólason (1924). Menn og menntir siðskiptaaldarinnar á Íslandi. 3. bindi, Reykjavík 1924.
- Páll Eggert Ólason (1926). Menn og menntir siðskiptaaldarinnar á Íslandi. 4. bindi, Reykjavík 1926.
- Pedersen, O. (1987): Det længere perspektiv. Í Hans Christian Ørsted. Ritstj. F. J. Billeskov Jansen, E. Snorrason og C. Lauritz-Jensen. IFV-energy i/s, 1987, bls. 142-166.
- Pihl, M. (1944): Ole Rømers videnskabelige liv. København 1944.
- Pihl, M. ritstj. (1983): Københavns Universitet 1479-1979. Bind XII: Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet - 1. del. København 1983.
- Pope, A. (1798): Tilraun ad snúa á Íslensku Pópes Tilraun um Manninn eptir danskri útlekkingu. Jón Þorláksson þýddi. Leirárgarðar 1798.
- Redondi, P. (1987): Galileo Heretic. Princeton 1987.
- Rheticus, G. J. (1540): De libris revolutionum ... narratio prima. Gdansk 1540.
- Rosen, E. (1959): Three Copernican Treatises: The Commentariolus of Copernicus, The Letter against Werner, The Narratio Prima of Rheticus. 2. útg. (endurskoðuð) frá Dover 1959.
- Rosen, E. (1981): Nicholas Copernicus. Hjá Gillespie (1981), 3. bindi, bls. 401-411.
- Russell, J. L. (1989): Catholic Astronomers and the Copernican System after the Condemnation of Galileo. Annals of Science 46, 1989, bls. 365-386.
- Sandblad, H. (1943): Det Copernikaska världssystem i Sverige I: Aristotelismens tidearv. Lychnos, 1943, bls. 149-188.
- Sandblad, H. (1944-45): Det Copernikaska världssystem i Sverige II: Cartesianismen och gennombrottet. Lychnos 1944-1945, bls. 79-131.
- Santillana, G. de (1955): The Crime of Galileo. Chicago 1955.
- Sarton, G. (1948): The Study of Early Scientific Textbooks. Isis, 38, 1948, bls. 137-148.
- Shapley, H., Rapport, S. og Wright, H. ritstj. (1945): Undur veraldar. Reykjavík 1945.
- Shea, W. R. (1991): The Magic of Numbers and Motion: The Scientific Career of René Descartes. Canton 1991.
- Shea, W. R. og Artigas, M. (2004): Galileo in Rome: The Rise and Fall of a Troublesome Genius. Oxford 2004.
- Sigurbjörn Einarsson (1950): Lúther, Melankton og Kópernikus. Viðförli 4, 3-4, 1950, bls. 13-30.
- Sigurbjörn Einarsson (1959): Biblían, kirkjan og vísindin. Andvari 84, 1959, bls. 13-30.
- Sobel, D. (1996): Longitude: The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time. London 1996.
- Sobel, D. (1999): Galileo's Daughter: A Drama of Science, Faith and Love. London 1999.

- Spang-Hansen, E. (1965): Erasmus Montanus og Naturvidenskaben. Kaupmannahöfn 1965.
- Strömngren, E. (1944): Ole Rømer sem astronom. København 1944.
- Suhm, P.F. (1798): Sá gudlega þenkjandi Náttúru-skodari, það er Hugleiding yfir Byggingu Heimsins, edur Handverk Guds á Himni og Jördu. Asamt annari Hugleidingu um Dygdina. Jón Jónsson þýddi. Leirárgarðar 1798.
- Swerdlow, N. M. og Neugebauer, O. (1884): Mathematical Astronomy in Copernicus's De Revolutionibus. New York 1884.
- Thoren, V. E. (1990): The Lord of Uraniborg: A Biography of Tycho Brahe. Cambridge 1990.
- Thorndike, L. (1949): The Sphere of Sacrobosco and Its Commentators. Chicago 1949.
- Toomers, G. J. (1998): Ptolemy's Almagest. Princeton 1998.
- Torfi Jónsson (1949): Brynjólfur Sveinsson. Í Merkir Íslendingar, 3. bindi, Reykjavík 1949, bls. 1-48.
- Van Helden, A. (1985): Measuring the Universe: Cosmic Dimensions from Aristarchus to Halley. Chicago 1985.
- Vanden Broecke, S. (2004): Astrological Reform, Calvinism, and Cartesianism: Copernican Astronomy in the Low Countries 1550-1650. Stud. Hist. Phil. Sci. 33, 2004, bls. 363-381.
- Vilmundur Jónsson (1949): Lækningar, Curationes, séra Þorkels Arngrímssonar. Reykjavík 1949.
- Westfall, R. S. (1980): Never at Rest: A Biography of Isaac Newton. Cambridge 1980.
- Westman, R. S. (1975a): The Melanchton Circle, Rehticus, and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory. Isis 66, 1975, bls. 165-193.
- Westman, R. S. ritstj. (1975b): The Copernican Achievement. Berkeley 1975.
- Westman, R. S. (1980): The Astronomer's Role in the Sixteenth Century: A Preliminary Study. Hist. Sci. 18, 1980, bls. 105-147.
- Westman, R. S. (1994): Two Cultures or One? A Second Look at Kuhn's The Copernican Revolution. Isis 85, 1994, bls. 79-115.
- Wittendorff, A. (1994): Tyge Brahe. Kaupmannahöfn 1994.
- Þorleifur Halldórsson (1988): Lof lyginnar. Reykjavík 1988.
- Þorsteinn Sæmundsson (1973): Kóperníkus, ævi hans og afrek. Andvari. Nýr flokkur, 15, 1973, bls. 114-125.
- Þorsteinn Vilhjálmsson (1986): Heimsmýnd á hverfanda hveli: Sagt frá heimssýn vísindanna frá öndverðu fram yfir daga Newtons. 1. bindi. Reykjavík 1986.
- Þorsteinn Vilhjálmsson (1987): Heimsmýnd á hverfanda hveli: Sagt frá heimssýn vísindanna frá öndverðu fram yfir daga Newtons. 2. bindi. Reykjavík 1987.
- Þorsteinn Vilhjálmsson (1989): Af surti og sól: Um tímatal o.fl. á fyrstu öldum Íslands byggðar. Tímarit Háskóla Íslands, 4,1, 1989, bls. 87-97.
- Þorsteinn Vilhjálmsson (1990): Raunvísindi á miðöldum. Í bókinni Íslensk þjóðmenning VII. Reykjavík 1990, bls. 1-50.
- Þorvaldur Thoroddsen (2003): Landfræðissaga Íslands. 1. bindi, 2. útg. Reykjavík 2003.
- Þorvaldur Thoroddsen (2004): Landfræðissaga Íslands. 2. bindi, 2. útg. Reykjavík 2004.
- Þór Jakobsson ritstj. (2002): Líf um víðan stjörnugeim: Giordano Bruno og nútímavísindi. Reykjavík 2002.

Tafla 1: Meðalfjarlægð frá miðju jarðar (í jarðgeislum)

	Ptólemaíos	al-Farghani	Kóperníkus	Brahe	Árið 2005
Tungl	48	49	62	60	60,3
Merkúríus	115	115,5		1150	
Venus	622,5	643,5		1150	
Sól	1210	1170	1142	1150	23450
Mars	5040	5048		1745	
Júpíter	11503	11640		3990	
Satúrnus	17026	17258		10550	
Fastastjörnuhvelið	20000	20110		> 14000	

Tölurnar eru gefnar upp sem margfeldi af geisla jarðar. Fjarlægðin 3990 fyrir Júpíter í kerfi Brahes er sennilega prentvilla hjá honum og ætti að vera 5990. Heimildir: Van Helden (1985) og Almanak fyrir Ísland 2005. Í tölunum fyrir árið 2005 hefur jarðgeislinn verið settur jafn 6378 km (miðbaugsgildi).

Tafla 2: Meðalfjarlægð frá miðju sólar (í jarðgeislum)

	Ptólemaíos	al-Farghani	Kóperníkus	Brahe	Árið 2005
Tungl			1142		23450
Merkúríus			430		9080
Venus			821		16970
Jörð	1210	1170	1142	1150	23450
Mars			1736		35740
Júpíter			5960		122000
Satúrnus			10477		224200
Fastastjörnuhvelið			> 80 milljón		> 6,4 milljarðar

Tölurnar eru gefnar upp sem margfeldi af geisla jarðar. Fjarlægðin til stjörnu með hliðrun 1 bogamínúta er um 0,054 ljósár eða 80 milljón jarðgeislar. Engin sólstjarna er hins vegar svo nálæg. Næst er Proxima Centauri. Hliðrun hennar er 0,76 bogasekúnda og hún er því í 6,4 milljarða jarðgeisla fjarlægð. Heimildir: Van Helden (1985) og Almanak fyrir Ísland 2005. Í tölunum fyrir árið 2005 hefur jarðgeislinn verið settur jafn 6378 km (miðbaugsgildi).

Tafla 3: Stærð hnatta miðað við jörð

	Ptólemaíos þvermál/rúmmál	Al-Farghani þvermál/rúmmál	Brahe þvermál/rúmmál	Árið 2005 þvermál/rúmmál
Tungl	0,29 / 0,025	0,29 / 0,026	0,28 / 0,025	0,27 / 0,020
Merkúrius	0,04 / lítið	0,04 / lítið	0,38 / 0,053	0,38 / 0,056
Venus	0,30 / 0,023	0,30 / 0,027	0,55 / 0,16	0,95 / 0,85
Sól	5,5 / 166	5,5 / 166	5,19 / 140	109 / 1,30 millj
Mars	1,14 / 1,5	1,17 / 1,60	0,42 / 0,076	0,53 / 0,15
Júpíter	4,36 / 82,8	4,56 / 95	2,4 / 14	11,2 / 1400
Satúrnus	4,3 / 79,5	4,5 / 91	2,82 / 22,4	9,5 / 840
Fastastjörnur: m = 1	4,55 / 94,3	4,75 / 107	4,3 / 68	
m = 2		? / 90	3,06 / 28,5	
m = 3		? / 72	2,2 / 11	
m = 4		? / 54	1,5 / 3,38	
m = 5		? / 36	1,02 / 1,06	
m = 6		? / 18	0,68 / 0,32	

Sýndarbirtustig fastastjarna er táknað með m. Kóperníkus kemur ekki við sögu í þessari töflu þar sem hann fjallar ekki um stærð hnatta í De revolutionibus. Heimildir: Van Helden (1985) og Almanak fyrir Ísland 2005.

Tafla 4: Meðalfjarlægðin milli jarðar og sólar (í jarðgeislum)

Ptólemaíos: um 150		1210
Al-Farghani: Jawami (um 850)		1170
Kóperníkus: De revolutionibus (1543)		1142
Brahe: De mundi ætheri (1588)		1150
Kepler: um 1610		>
	1700	
Kepler: Epitome (1620)		3469
Galíleí: Dialogo (1632). Gildi frá Reinhold (1551)		1208
Horrocks: Þvergang Venusar 1639. Niðurstaða birt 1662		15000
Riccioli: Almagestum novum (1651)		7000
Huygens: Systema Saturnium (1659)		25086
Cassini: 1673		>
	22000	
Um 1700		um
	20000	
Þvergang Venusar 1769		23500
Árið 2005		23450

Heimildir: Van Helden (1985) og Almanak fyrir Ísland 2005. Síðasta talan er fengin með því að setja jarðgeislann jafnan 6378 km (miðbaugsgildi).

¹Sjá t. d. Þorstein Vilhjálmsson (1986; 1987), Andra S. Björnsson (2004) og Ágúst H. Bjarnason (1926; 1954) og heimildir sem þar er vísað í.

²Copernicus (1543). Sjá einnig Swerdlow og Neugebauer (1984) og Gingerich (2004). Íslenska þýðingu Trausta Einarssonar úr ensku á köflum 1, 2, 5, 8 og 9 í fyrstu bók De revolutionibus (af sex) er að finna hjá Shapley og fl. (1945), bls. 41-44. Sjá einnig þýðingarbrott hjá Þorsteini Vilhjálmssyni (1986).

³Almagestum (1543) er sjá einnig Swerdlow og Neugebauer (1984) og Gingerich (2004). Íslenska þýðingu Trausta Einarssonar úr ensku á köflum 1, 2, 5, 8 og 9 í fyrstu bók De revolutionibus (af sex) er að

- finna hjá Shapley og fl. (1945), bls. 41-44. Sjá einnig þýðingarbrott hjá Þorsteini Vilhjálmssyni (1986).
- ³Almagest er talið ritað um eða eftir árið 145. Sjá Toomers (1998), Dryer (1953), Gingerich (1993) og Þorstein Vilhjálmsson (1986).
- ⁴Sjá Þorstein Vilhjálmsson (1989; 1990) og heimildir sem þar er vísað í.
- ⁵Í þessari ritgerð er orðið reikistjarna notað í nútímamerkingu um pláneturnar Merkúrís, Venus, jörð, Mars, Júpítur, Satúrnus og svo frv. Orðið föruhöttur er hins vegar notað í hinni fornu merkingu orðsins pláneta, sem nær yfir reikistjörnur, sól og tungl.
- ⁶Copernicus (1512). Sjá einnig Rosen (1959).
- ⁷Rheticus (1540). Sjá einnig Rosen (1959).
- ⁸Um sólmiðjukenningu Kóperníkusar, aðdraganda hennar og viðtökur, og helstu persónur sem þar koma við sögu er t. d. að finna hjá Armitage (1957), Dryer (1953), Gingerich (1993; 2004), Goodman og Russell (1991), Hall (1994), Janusi Jónssyni (1915), Koyré (1973), Kuhn (1957), Rosen (1959; 1981) og Þorsteini Sæmundssyni (1973). Sjá einnig yfirlitsritin í 1. lið og Westman (1975a; 1975b; 1980; 1994).
- ⁹Um viðbrögð kirkjunnar manna við sólmiðjukenningunni má t. d. lesa í heimildunum í 1. og 8. lið. Sjá einnig Kobe (1998), Methuen (1996b), Redondi (1987), Russell (1989), Vanden Broecke (2004), Westman (1975a), Einar Hjörleifsson Kvaran (1908), Niels Dungal (1948), og Sigurbjörn Einarsson (1950; 1959).
- ¹⁰Um þá menn, sem hér eru nefndir, má t. d. lesa hjá Gillespie (1981) og í yfirlitsritunum í 1. og 8. lið. Sjá einnig Gingerich (1993), Janus Jónsson (1913), Methuen (1996b), Westman (1975a) og Þór Jakobsson (2002).
- ¹¹Um Kepler og verk hans má t. d. lesa hjá Caspar (1993), Connor (2004), Ferguson (2002), Gingerich (1993) og Koyré (1973). Sjá einnig yfirlitsritin í 1. og 8. lið og heimildirnar í 20. og 21. lið.
- ¹²Um Galíleí og verk hans má t. d. lesa hjá Drake (1978), Santillana (1955), Shea og Artigas (2004), Soebel (1999) og Redondi (1987). Sjá einnig yfirlitsritin í 1. og 8. lið og Einar Hjörleifsson Kvaran (1908). Hjá Shapley og fl. (1945), bls. 45-48, er að finna þýðingu Trausta Einarssonar úr ensku á broti úr Siderus nuncius. Sjá einnig þýðingarbrott hjá Þorsteini Vilhjálmssyni (1987).
- ¹³Um Descartes og verk hans má t. d. lesa hjá Aiton (1989), Descartes (1998; 2001), Gaukroger (1995) og Shea (1991).
- ¹⁴Margir aðrir höfðu áhrif á Newton. Meðal þeirra var franskur heimspekingurinn og stjörnufræðingurinn Pierre Gassendi (1592-1655). Auk mikilvægra verka er fjölluðu um grundvöll náttúruspeki og stjörnufræði ritaði hann ævisögur Kóperníkusar og Brahes. Um Gassendi má t.d. lesa hjá Gillespie (1981) og Pancheri (1978).
- ¹⁵Um Newton og verk hans má t. d. lesa hjá Dobbs og Jacob (1995), Fara (2002), Gleick (2003), Westfall (1980) og í yfirlitsritunum í 1. og 8. lið. Sjá einnig Cohen og Whitman (1999). Í Shapley og fl. (1945) eru þýðingar Björns Franzsonar á grein um Ísak Newton eftir D. E. Smith (bls. 124-126) og örstuttum köflum úr Principia um þyngdarlögmálið og hreyfingarlögmálin (bls. 127-129).
- ¹⁶Sjá t.d. kaflann The Physical Verification of the Copernican Theory hjá Armitage (1957), bls. 205-218.
- ¹⁷Hjá Pihl (1983) er að finna yfirlit yfir sögu raunvísinda við Hafnarháskóla. Sjá einnig Nielsen (1912). Saga heimspeki í Danmörku á 17. og 18. öld er rakin hjá Ebbesen og Koch (2003) og Koch (2003). Um byltingu Kóperníkusar í Danmörku og Noregi má lesa hjá Moesgaard (1972; 1974) og Kragh (2005). Sandblad (1943; 1944-1945) fjallar um viðtökur sólmiðjukenningarinnar í Svíþjóð og Leikola (1988) um viðtökurnar í sænskumælandi hluta Finnlands.
- ¹⁸De Sphaera er talin rituð um 1220 en kom fyrst á prenti árið 1472. Theoria novae planetarium kom fyrst út 1454. Lesa má um höfundana og verk þeirra hjá Gillespie (1981). Sjá einnig Thorndike (1949) og Gingerich (1990). Um Melankton má t. d. lesa hjá Ebbesen og Koch (2003). Sjá einnig Methuen (1996a), Westman (1975a) og Sigurbjörn Einarsson (1950).
- ¹⁹Um Anders Krag og áhrif Ramées á danska lærdómsmenn má lesa í 3. kafla hjá Ebbesen og Koch (2003). Um Ramée er t. d. fjallað hjá Gillespie (1981). Sjá einnig grein Gunnars Harðarsonar (1988). Fjallað er um Dybvad og Fincke hjá Pihl (1983) og Moesgaard (1972).
- ²⁰Um Brahe og verk hans má t. d. lesa hjá Thoren (1990), Wittendorff (1994), Christianson (2000; 2002), Ferguson (2002) og í yfirlitsverkunum í 1., 8., 11. og 17. lið. Sjá einnig Einar H. Guðmundsson (1996).
- ²¹Um samskipti Keplers og Brahes má t. d. lesa í heimildunum í 11. og 20. lið. Nýlega kom út liðlega skrifuð bók, Gilder og Gilder (2004), þar sem því er haldið fram að Kepler hafi myrt Brahe. Sú

- tilgáta, sem er reyndar ekki ný, stenst ekki nánari skoðun að mati fræðimanna.
- ²²Um Aslaksen og Mósesarspekina má t. d. lesa hjá Moesgaard (1972), Ebbesen og Koch (2003) og í 10. kafla hjá Kragh (2005). Sjá einnig Christianson (2000).
- ²³Um bók Bartholins er ítarlega fjallað hjá Moesgaard (1972). Sjá einnig Ebbesen og Koch (2003).
- ²⁴Um Caspar T. Bartholin má t. d. lesa hjá Ebbesen og Koch (2003).
- ²⁵Fjallað er um Longomontanus, From og Lange hjá Pihl (1987).
- ²⁶Rasmus Bartholin er nú þekktastur fyrir að uppgötva tvöfalt ljósbrot í íslensku silfurbergi. Sjá Pihl (1987), Einar H. Guðmundsson (1998b), bls. 198n, og Leó Kristjánsson (2001).
- ²⁷Sólmiðjukenningin var talsvert til umræðu í dönsku menningarlífi á dögum Peders N. Horrebows eins og lesa má um hjá Spang-Hansen (1965).
- ²⁸Í erfiljóði sínu eftir Rømer heldur Magnús Arason (1710) því einnig fram að Rømer hafi mælt árlega hliðrun fastastjarna. Um mælingar Rømers og túlkunina á þeim má lesa hjá Pihl (1944), bls. 29-34 og 79-82 og í grein J. Teubers hjá Friedrichsen og fl. (2004), bls. 213-228. Um Rømer og verk hans má einnig lesa hjá Nielsen (1944) og Strömgren (1944).
- ²⁹Um þá niðurstöðu Rømers að ljóshraðinn sé endanlegur má lesa hjá Pihl (1944), bls. 18-28 og í grein J. Teubers hjá Friedrichsen og fl. (2004), bls. 213-228. Magnús Arason (1710) minnst einnig á þetta afrek í erfiljóði sínu eftir Rømer.
- ³⁰Fjallað er um þá Horrebowfeðga hjá Pihl (1987). Meðal verka Christians Horrebows er kennslubók í stjörnufræði, *Elementa Astronomiæ Sphæricæ in usum prælectionum conskripta*, frá 1762. Þar er sólmiðjukenningunni haldið fram og rætt um sporbauga Keplers.
- ³¹Sjá Pedersen (1987) og Einar H. Guðmundsson (2002; 2003). Um Kraft má t. d. lesa hjá Pihl (1987) og Koch (2003). Um Bugge má t. d. lesa hjá Pihl (1987).
- ³²Sjá t. d. grein Jakobs Benediktssonar (1987).
- ³³Sjá t. d. grein Einars H. Guðmundssonar (1998b).
- ³⁴Um Guðbrand má t. d. lesa hjá Þorvaldi Thoroddsen (2003), bls. 157-168, Jóni Halldórssyni (1911-1915), bls. 27-74, Nørlund (1944), bls. 28-30, Haraldi Sigurðssyni (1978), bls. 9-14, og Páli Eggerti Ólasyni (1924), bls. 424-774 og (1926), bls. 370-441. Sjá einnig Einar H. Guðmundsson (1996; 1998b). Rímbókin frá 1597 var gefin út ljósprentuð árið 1968 með formála eftir Þorstein Sæmundsson.
- ³⁵Um Odd Einarsson má t. d. lesa hjá Jóni Halldórssyni (1903-1910), bls. 157-208. Sjá einnig Einar H. Guðmundsson (1996; 1998b).
- ³⁶Um Brynjólf biskup má lesa hjá Torfa Jónssyni (1949) og Jóni Halldórssyni (1903-1910), bls. 222-308.
- ³⁷Sjá Gunnar Harðarson (1985; 1988) og Ebbesen og Koch (2003), bls. 173-183.
- ³⁸Um bókasafn Brynjólfs biskups má t. d. lesa hjá Jóni Helgasyni (1948) og Einari H. Guðmundssyni (1998b).
- ³⁹Plánetubók Jóns Guðmundssonar lærða er hluti af lækningabók hans, sem finna má í handritinu Þjms. 14268, 4to. Fjallað er um Jón og verk hans hjá Þorvaldi Thoroddsen (2004), bls. 56-68.
- ⁴⁰Stjörnufræði er rædd í köflum 49 til 60 í Gandreið Jóns Daðasonar (handritið ÍB. 35, fol). Fjallað er um Jón og verk hans hjá Þorvaldi Thoroddsen (2004), bls. 68-73.
- ⁴¹Sjá Jón Ólafsson (1950), bls. 81. Um Þórð Sveinsson og verk hans má lesa hjá Þorvaldi Thoroddsen (2004), bls. 52.
- ⁴²Stutta umfjöllun um alla þessa menn er að finna í grein Einars H. Guðmundssonar (1998b) þar sem vísað er í frekari heimildir. Sjá einnig Hannes Þorsteinsson (1964) og Jakob Benediktsson (1966).
- ⁴³Sjá stutta umfjöllun um Runólf Jónsson og verk hans hjá Þorvaldi Thoroddsen (2004), bls. 53-54 og Einari H. Guðmundssyni (1998b).
- ⁴⁴Um Gísla Þorláksson má lesa hjá Jóni Halldórssyni (1911-1915), bls. 108-124. Sjá einnig grein Einars H. Guðmundssonar (1998b).
- ⁴⁵Ítarlega er fjallað um Gísla Einarsson og verk hans hjá Einari H. Guðmundssyni (1998b).
- ⁴⁶Sjá umfjöllun Þorvalds Thoroddsens (2004), bls. 53-54 og grein Einars H. Guðmundssonar (1998b). Lesa má um Þorkell Arngrímsson Vídalín og verk hans hjá Vilmundi Jónssyni (1949).
- ⁴⁷Sjá Ehrencron-Müller, H.: *Forfatterlexikon omfattende Danmark, Norge og Island intil 1814*. 1. bindi, bls. 434-437. Kaupmannahöfn 1924.
- ⁴⁸Bók Kirchers var fyrst prentuð árið 1646 og var hún því tiltölulega ný þegar Gísli samdi ritgerð sína. Um Kircher og verk hans má t. d. lesa hjá Gillespie (1981).
- ⁴⁹Þorleifur Halldórsson fjallar einnig um hinn mikla hraða fastastjörnuhvelsins í jarðmiðjukenningum í dispútatiu sinni um festinguna frá 1707. Sjá síðar í þessari grein.

- ⁵⁰Um al-Farghani og verk hans má lesa hjá Gillespie (1981). Sjá einnig Thorndike (1949), bls. 15-19. Á Vesturlöndum var al-Farghani venjulega nefndur Alfraganus. Dante Alighieri (1285-1321) studdist meðal annars við rit hans í Hinum guðdómlega gleðileik og fleiri verkum. Sjá Orr (1956).
- ⁵¹Magnús Arason fjallar um kenningar um eigið ljós föruhnatta í fyrstu dispútatíu sinni um kvartilaskipti tunglsins frá 1708. Sjá síðar í þessari grein.
- ⁵²Um Þórð Þorláksson og verk hans má lesa hjá Jóni Pálssyni ritstj. (1998) og Jóni Halldórssyni (1903-1910), bls. 309-347. Sjá einnig grein Jóns Steffensens (1990).
- ⁵³Sjá t.d. Nielsen (1944).
- ⁵⁴Sjá Magnús Arason (1710).
- ⁵⁵Um Þorleif Halldórsson og verk hans má lesa á bls. 9-25 í formála Halldórs Hermannssonar að bók Þorleifs (1988). Um Magnús Arason og landmælingar hans má lesa hjá Haraldi Sigurðssyni (1978), bls. 121-140 og Nørlund (1944), bls. 36-44.
- ⁵⁶Þorleifur Halldórsson (1988), bls. 41-44.
- ⁵⁷Þeim sem áhuga hafa á því að kynna sér nánar hugmyndir lærdómsmanna fyrri tíma um hvel og brautir föruhnatta má benda á Grant (1978; 1987) og Goldstein og Hon (2005). Sjá einnig grein W. H. Donahues hjá Westman (1975b), bls. 244-275.
- ⁵⁸Ítalski stjörnufræðingurinn og náttúruspekingurinn Giovanni Battista Riccioli (1598-1671) var andsnúinn sólmiðjukenningunni. Hann er nú þekktastur fyrir verkið *Almagestum novum* frá 1651 sem ýmsir telja eitt mikilvægasta verk jesúíta á sautjándu öld. Margir þekkja forsíðumynd bókarinnar, sem sýnir verndargyðju stjörnufræðinnar, Úraníu, halda á vog með heimskerfum Kóperníkusar og Ricciolis. Á myndinni hefur kerfi Ricciolis, sem er byggt á jarðmiðjukerfi Brahes, greinilega vinninginn. Um Riccioli má lesa hjá Gillespie (1981).
- ⁵⁹Sjá í þessu sambandi töflur 1 og 2.
- ⁶⁰Le Grand starfaði lengst af í Englandi og skrifaði þar mörg verk, m. a. bókina *Institutio philosophia*, sem kom fyrst út 1672 og oft síðar. Árið 1682 gaf hann út ritið *Tractatus physicus* eftir franska náttúruspekinginn Jacques Rohault (1620-1675), sem varð mjög vinsælt. Um er að ræða latneska þýðingu með ítarlegum skýringum Le Grands. Verk þetta, sem kom fyrst út á frönsku árið 1671, er kennslubók í náttúruspeki Descartes. Sjá Sarton (1948).
- ⁶¹Sjá umrædd orðaskipti hjá Galilei (2001), bls. 378-379.
- ⁶²Lærdómsmaðurinn Joseph Justus Scaliger er nú einkum þekktur meðal stjarnvísindamanna fyrir að vera höfundur hins svonefnda júlíanska dagatals, sem mikið er notað í stjörnufræði. Fyrsti dagur þess er 1. janúar árið 4713 f. Kr. Ekki má rugla því saman við júlíanska tímatalið eða gamla stíl.
- ⁶³Það var Hipparkos sem uppgötvaði framsókn vorpunktsins á 2. öld f. Kr. Árið 1543 setti Kóperníkus fram þá hugmynd í *De revolutionibus* að framsóknin stafaði af pólveltu jarðarinnar. Newton útskýrði svo ástæðu pólveltunnar í *Principia* árið 1687.
- ⁶⁴Al-Battani var einn fremsti stjörnufræðingur araba á miðöldum. Á vesturlöndum var hann ýmist kallaður Albatenius, Albategni eða Albategnius. Rit hans *Kitab al-Zij*, sem byggir að hluta á *Almagest* Ptólemaíosar og að hluta á eigin athugunum, var þýtt á latínu um miðja tólftu öld undir nafninu *De motu stellarum* (Um hreyfingar stjarnanna). Það kom fyrst á prenti 1537. Al-Battani hafði veruleg áhrif á Kóperníkus, Brahe, Kepler og Galíleí.
- ⁶⁵Í þessu sambandi má minna á vísindaskáldsögu Keplers, *Somnium* (Draumur), sem kom út 1634. Hún fjallar um kenningar Kóperníkusar og Keplers, en einnig um ferðir til tunglsins og ímyndað líf þar. Aðalsöguhetjurnar eru Íslendingar. Ensk þýðing E. Rosens er til í Doverútgáfu frá 2003. Sjá einnig Einar H. Guðmundsson (1996).
- ⁶⁶Bók Aguilons kom út 1613. Um hann má lesa hjá Gillespie (1981). Ibn al-Haytham var einn fremsti náttúruspekingur múslima á miðöldum og skrifaði m. a. mikið um ljósfræði. Hann var einnig kallaður al-Basri, al-Misri og á vesturlöndum ýmist Alhazan eða al-Hasan. Um hann má einnig lesa hjá Gillespie (1981). Þar kemur meðal annars fram að langt fram á tuttugustu öld var verkið *Liber de crepusculis* ranglega eignað honum.
- ⁶⁷Fjallað er um ýmsar hugmyndir manna um tengsl himintungla og veðurfars í grein Stefáns Björnssonar reiknimeistara: Teikn til veðráttufars af sólu, tungli og stjörnum, lofti, jörðu, vatni og dýrum. Samantekt úr þýskum og fleirum ritum. Rit þess konunglega íslenska lærdómslistafélags, 8, 1788, bls. 109-150.
- ⁶⁸Þriðja lögmál Keplers segir að hlutfallið milli meðalfjarlægðar reikistjörnu frá sól í þriðja veldi og umferðartíma hennar í öðru veldi sé fasti, hinn sami fyrir allar reikistjörnurnar. Ef umferðartími reikistjörnu er þekktur má því reikna fjarlægðina til hennar, að því gefnu að meðalfjarlægð jarðar frá

sól sé þekkt. Umferðartími jarðar um sólina er eitt ár. Kepler birti þriðja lögmálið í ritinu *Harmonice mundi* (Samhljómar heimsins) árið 1619. Fyrstu tvö lögmálin birti hann hins vegar í bókinni *Astronomia nova* (Ný stjörnufræði) árið 1609.

- ⁶⁹Um hina löngu og flóknu sögu lengdarákvarðana á sjó og landi má t. d. lesa hjá Sobel (1996). Bókin hefur komið út í íslenskri þýðingu undir nafninu Gráður lengdar.
- ⁷⁰Um upplýsinguna á Íslandi má lesa hjá Inga Sigurðssyni ritstj. (1990).
- ⁷¹Lesið má um Stefán Björnsson og verk hans hjá Einari H. Guðmundssyni (1995; 1998a).
- ⁷²Lesið má um náttúruspekinginn og stærðfræðinginn 'sGravesande hjá Gillespie (1981).
- ⁷³Hollenski læknirinn, líffræðingurinn og efnafræðingurinn Boerhaave var sarfsbróðir 'sGravesande í Leiden og einn þekktast háskólakennari í Evrópu á sínum tíma. Um hann má lesa hjá Gillespie (1981). Robert Hooke var samtímamaður Newtons og átti í deilum við hann. Um þennan sérstæða og merka vísindamann hefur talsvert verið skrifað í tilefni þriggja alda ártíðar hans. Sjá t. d. Inwood (2002) og Jardine (2003) þar sem einnig er að finna áhugaverða lýsingu á starfi Konunglega enska vísindafélagsins og lífinu í London á dögum Newtons.
- ⁷⁴Um ritgerðir Skúla Thorlaciusar er fjallað ítarlega hjá Henry A. Henryssyni (1999).
- ⁷⁵Sjá eftirfarandi ritgerðir hjá Inga Sigurðssyni ritstj. (1990): Helgi Magnússon: Fræðafélög og bókaútgáfa, bls. 183-215; Haraldur Sigurðsson: Náttúruvísindi og landafræði, bls. 269-292.
- ⁷⁶Sjá Büsching (1782-1794). Fjallað er um heimsmýndina í kaflanum Um jörðina, Rit Lærdómslistafélags, 2. bindi, bls. 238-244. Þar á undan fer kaflinn Um himininn.
- ⁷⁷Ljóð Miltons kom ekki út á íslensku í heild sinni fyrr en 1828 (Milton 1828). Enska frumútgáfan kom út 1667. Heimsmýndin í kvæðinu er flókin og frekar ruglingsleg, því blandað er saman jarðmiðjukenningu og sólmiðjukenningu.
- ⁷⁸Fyrirlestranóturnar eru frá því um 1760: Stjörnufræði eftir fyrirlestrum Christians Horrebows (Lbs. 99, 8vo) og eðlisfræði eftir bókum Jóhann Gottliebs Krügers (1715-1759) og Pieter van Musschenbroeks (1668-1738) (Lbs. 244, 4to, VII).
- ⁷⁹Sjá t. d. fyrirlestranótur um stjörnufræði (Lbs. 592, 4to), náttúruspeki (ÍB. 508, 4to) og stærðfræði (Lbs. 76, 8vo, 1).
- ⁸⁰Sjá ritsmíðarnar sem nefnar eru í 75. lið. Jón Helgason (1936) hefur skrifað um Hannes Finnsson og Ingi Sigurðsson (1996) um Magnús Stephensen.
- ⁸¹Sjá Magnús Stephensen (1797). Alstirndi himininn er á bls. 28-52 og Vorir sólheimar á bls. 53-69.
- ⁸²Sjá Hannes Finnson (1796-1797). Greinin um halastjörnur er á bls. 45-58 í seinna bindinu.
- ⁸³Sjá Pope (1798).
- ⁸⁴Sjá Suhm (1798). Báðar ritgerðirnar má finna á frummálinu í verkinu *Kammerherre og Kongelig Historiographus Peter Friderich Suhms samlede Skrifter*, 2. bindi (af 15), Kaupmannahöfn 1789. *Verdens Bygning* (rituð 1763) er á bls. 54-104 og *Om Dyden* (rituð 1764) er á bls. 139-146.
- ⁸⁵Dr. Kristian P. Moesgaard, vísindasagnfræðingur í Árósum, fær þakkir fyrir upplýsingar um viðtökur sólmiðjukennningarinnar í Danmörku. Sigurður Pétursson fornfræðingur útvegaði ljósrit af erfiljóði Magnúsar Arasonar eftir Ole Rømer. Starfsmenn Konungsbókhlöðu í Kaupmannahöfn og starfsfólk þjóðdeildar Landsbókasafns Íslands-Háskólabókasafns fá bestu þakkir fyrir aðstoð við öflun heimilda. Þá fær Dr. Þorsteinn Sæmundsson stjörnufræðingur sérstakar þakkir fyrir yfirllestur og gagnlegar ábendingar.