

SANDKORNIN Á JÖRÐINN

Það dimmir, þú leggst á jörðina og horfir upp. Hægt og rólega birtast stjörnur á himninum. Fyrst sérðu björtustu stjörnurnar en þeim fjölgar hratt þegar myrkrið færir yfir. Sumar eru rauðleitar, aðrar fölgular – flestar hvítar eða bláhvítar. Þú veltir fyrir þér af hverju.

Ef þú fengir það verkefni að telja stjörnurnar sem þú sérð á himninum, hvernig færirðu að? Er hægt að telja: Ein, tvær, þrjár, fjórar ...? Nei, varla. Það er auðvelt að ruglast. Taka mynd? Nei, þótt myndavélin geti greint mun fleiri stjörnur en mannsaugað. Hver er einfaldasta leiðin til að telja stjörnurnar?

Fyrir rúmum tvö þúsund árum bjó gríski stjörnufræðingurinn Hipparkos í Nikeu þar sem nú er Iznik í Tyrklandi. Hipparkos var mesti stjörnufræðingur fornaldar. Honum tókst til dæmis að þróa nýja grein stærðfræðinnar, hornafræði, sem gerði honum meðal annars kleift að reikna út sól- og tunglmyrkva og vegalengdina til tunglsins með allgóðri nákvæmni. Árið 129 fyrir Krist bar Hipparkos saman mælingar á sólmyrkva frá Hellusundi, sem í dag kallast Dardanellusund, og Alexandríu sem nú heitir Kaíró í Egyptalandi og er litlu sunnar. Í Alexandríu sást deildarmyrkvi – sams konar myrkvi og við saum frá Íslandi í mars árið 2015 – en í Hellusundi varð almyrkvi. Hipparkos

þekkti ekki vegalengdina á milli staðanna tveggja en gat notað stjörnurnar á himninum til að finna muninn á breiddargráðunum. Hipparkos beitti síðan hornafræðinni sem hann fann upp til að reikna gróflega út fjarlægðina til tunglsins.

Hipparkos taldi líka stjörnurnar. Hann kortlagði himinshvelfinguna. Hipparkos skrásetti ríflega þúsund stjörnur en í dag vitum við að meðalmaður með venjulega sjón sér um það bil 2500 stjörnur með berum augum. Sumir sjá aðeins fleiri, aðrir aðeins færri. Eru þær fleiri eða færri en þú hélst?

Þegar Hipparkos bar kortin sín saman við eldri kort komst hann að því að Jörðin riðar líkt og skopparakringla, löturhægt, svo sólin reikar lítillega með fram himinshvelfingunni miðað við stjörnurnar í bakgrunni. Hipparkos fann út að himinninn breytist.

Allar stjörnurnar á himninum tilheyra Vetrarbrautinni okkar. Frá Íslandi sést hún best á haustin, síst á vorin, en hún liggur eins og dauf, ljósleit þokuslæða yfir himininn. Þú sérð margfalt fleiri stjörnur með sjónauka. Samt sérðu aðeins örlítinn hluta af þeim tvö til fjögur hundruð milljörðum stjarna sem mynda Vetrarbrautina okkar.



Ljóstíður úr fjarlægri fortíð

Sjónaukar eru eins og fötur. En í stað þess að safna vatni, sandi eða öðru, safna þeir ljósi frá fjarlægum stjörnum og vetrarbrautum. Því lengur sem sjónauki gónir út í geiminn, því meira ljósi safnar hann og því daufari fyrirbæri nemur hann.

Við getum samt ekki horft endalaust. Frá Jörðu niðri þurfum við að horfa í gegnum þykkann loft-
hjúp sem er ókyrr eins og þú finnur stundum fyrir þegar þú flýgur heimshorna á milli. Ókyrrðin veldur ekki aðeins flugfarþegum óþægindum, heldur líka stjörnufræðingum sem reyna að rannsaka alheiminn. Ókyrrðin veldur því að útsýnið út í geiminn er óskýrt. Stjörnurnar tindra. Þess vegna sendu menn Hubble-geimsjónaukann á braut um Jörðina þaðan sem útsýnið er alltaf kristaltært.

Haustið 2003 fékk Hubble, sem svífur í 600 km hæð yfir Jörðinni, mikilvæg skilaboð frá Jarðarbúum. Sjónaukanum var fyrirskipað að horfa í meira en milljón sekúndur – rúmlega ellefu daga – á svæði á himinhvelvingunni í litlu stjörnumerki sem kallast Ofninn.

Svæðið var ekki valið af handahófi. Það er agnar-smátt og þekur aðeins tíunda hluta af breidd fulls tungls á himninum eða þrettán milljónasta hluta af flatarmáli alls himinhvolfsins. Það samsvarar

nokkurn veginn breidd tennisbolta í hundrað metra fjarlægð frá þér. Taktu upp blýant eða penna og haltu honum í útréttri hendi. Svæðið sem Hubble mændi á er álíka stórt og það sem blýants- eða pennaoddurinn hylur.

Frá Jörðu séð virðist þetta agnarlitla svæði gal-tómt. Við vildum horfa eins langt út í alheiminn og mögulegt var án þess að stjörnur og gas og ryk í Vetrarbrautinni okkar byrgðu sýn. Hubble horfði og í janúar árið 2004 sendi hann afraksturinn til Jarðar. Útkoman, sem sést á næstu síðu, var hreint stórkostleg!

Hubble-geimsjónaukinn hefur
gjörbreytt sýn okkar á alheiminn





Á myndinni sem Hubble tók og er hér að ofan sjást næstum tíu þúsund vetrarbrautir. Flestar eru fimm til tíu milljarða ljósára í burtu frá okkur en þær fjarlægustu og yngstu sjáum við eins og þær litu út fyrir 13,2 milljörðum ára, aðeins fimm til sex hundruð milljón árum eftir að alheimurinn varð til!

Höfðu stjörnufræðingar óvart rambað á svæði á himninum sem innihélt óvenju margar vetrarbrautir? Var eitthvað sérstakt við svæðið eða var það dæmigert?

Hubble hafði áður tekið sams konar myndir af öðrum svæðum á himinhvelfingunni. Um jóla-leytið árið 1995 var sjónaukanum beint að álíka stóru og tömu svæði á himninum í stjörnumerkinu Stórabirni. Þremur árum síðar blíndi hann á svæði í

stjörnumerkinu Túkaninum á suðurhveli himins og sá ... svo til nákvæmlega það sama! Þúsundir vetrarbrauta óralangt í burtu, ljóstírur úr fjarlægri fortíð.

Hubble yrði milljón ár að taka jafn djúpa mynd af allri himinhvelfingunni. Svo tímafrek aðgerð er þó ekki nauðsynleg. Frumforsenda heimsfræðinnar – þeirrar greinar stjarnvísinda sem fjallar um uppruna og þróun alheimsins – er að alheimurinn er einsleitur og einsátta. Með öðrum orðum: Alheimurinn lítur nokkurn veginn eins út, sama hvert við horfum. Djúpmyndir Hubble-geimsjónaukans gera okkur þar með kleift að áætla fjölda vetrarbrauta og þar af leiðandi fjölda stjarna í alheiminum, án þess að þurfa að taka myndir í milljón ár.

Niðurstaðan er sláandi. Í hinum sýnilega alheimi



eru að minnsta kosti tvö þúsund billjón vetrarbrautir, hver með að meðaltali um hundrað milljarða stjarna. Og kannski eru til aðrir alheimar.

Hvað eru þá margar stjörnur í alheiminum okkar? Margföldum saman fjölda vetrarbrauta og meðalfjölda stjarna í hverri vetrarbraut og fáum út að í alheiminum eru 2.000.000.000.000.000.000.000 stjörnur! Að minnsta kosti.

Hægt er að segja og skrifa þessa tölu á þægilegri hátt sem veldi: 2×10^{24} , þessi tala, tveir sinnum tíu í tuttugasta og fjórða veldi, kallast tvær kvaðrilljónir. Kvaðrilljón er milljón trilljónir eða billjón billjónir. Í alheiminum eru þá tvær billjón billjónir stjarna.

Setjum þessa yfirþyrmandi stóru tölu í skiljanlegra samhengi. Einn spilateningur af sandi inni-

heldur um átta þúsund sandkorn. Í einum rúmmetra eru þá um það bil átta milljarðar sandkorna. Gróflega áætlað eru að minnsta kosti $7,5 \times 10^{28}$ sandkorn á Jörðinni. Ef sú tala er einhvers staðar nálægt raunveruleikanum þýðir þetta að fyrir hvert eitt sandkorn sem er á Jörðinni eru til að minnsta kosti tíu þúsund stjörnur!

Tíu þúsund stjörnur fyrir hvert sandkorn hljómar eins og reiðinnar býsn af stjörnum. Það fer svo sem eftir því við hvað við miðum. Í tíu vatnsdropum eru til dæmis jafnmargar vatnssameindir og stjörnur í alheiminum.

Alheimurinn er engu að síður mestmegnis galtómur.