

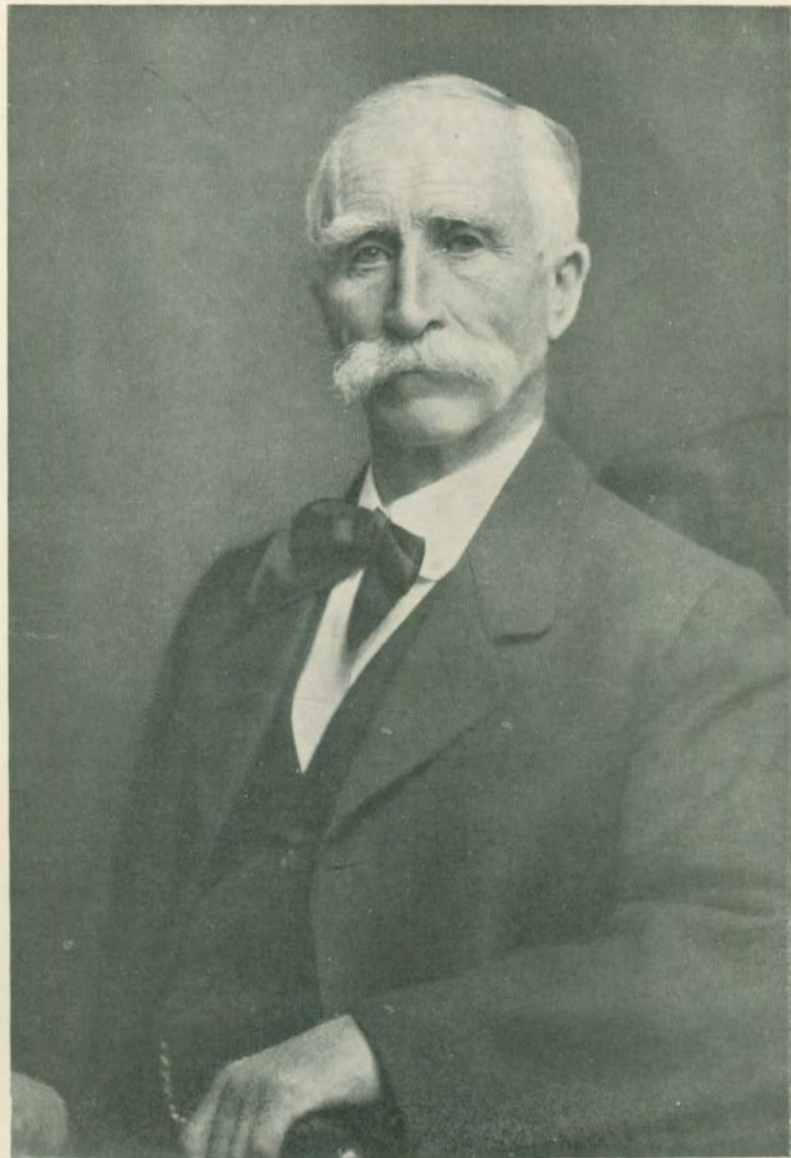
URSAN JULKAISUJA I.

TÄHTITIEDETTÄ  
HARRASTAJILLE



WERNER SODERSTROM OSAKEYHTIO





PROF. E. BONSDORFF.  
Ursan ensimmäinen kunniajäsen.

TÄHTITIEDETTÄ  
HARRASTAJILLE

URSAN JULKAISUJA 1

TÄHTITIEDETTÄ  
HARRASTAJILLE

PORVOO

---

*Werner Söderström Osakeyhtiö*

## TÄHTIÖISTÄ.

Kirj. Eyvind Sucksdorff.

»Ei ole mitään jalompaa tutkittavaa kuin tähdet ja taivaankappaleet!»  
sanoo vanha ja viisas *Seneca*.

Se haltioituminen, joka sai valtaansa roomalaisen filosofin kaksi tuhatta vuotta sitten, hänen tarkastaessaan yllään kaareutuvan tähtitaivaan tuhattuikkeista holvikattoa, hurmio, jonka salaperäinen tenho vuosituhansia sitäkin aikaisemmin johdatti itämaitten viisaat seuraamaan tähtien ratoja ja taivutti mielet syvään kunnioitukseen kaikkeuden äärettömyyden eteen, sama ihmeellinen haltioituminen kiehtoo mielet tänäkin päivänä, upottaessamme silmämme tähtitaivaan ihanuuksiin. Pyöräyttävien etäisyyksien, käsittämättömän valtaviin mittasuhteitten ja ajanjaksojen, maailmankaikkeuden luonnolakien tavattoman järjestelmällisyyden tenho, se piirtyy voimakkaana yhä meidänkin arkisina päivinämmen herkkiin, kauneutta ja suuruutta janoaviin mieliin — ja juuri nyt, tieteitten kukoistuksen aikana vielä voimakkaampana kuin ennen — hämärässä, tarunomaisessa muinaisuudessa vuosituhansia sitten.

Kaunis on loistava taivas pimeänä syksyn tai talven yönä, tuhanten ja jälleen tuhanten tulien — kaukaisten aurinkojen, aurinkoparviin, aurinkojärjestelmien — hehkuessa taivaan kuvussa, ihanaa valvoa kaukoputkensa ääressä, seuraten taivaan valtavan pallon majesteettillisen hiljaista kiertymistä ja tähdistöjen loistavien kuvien siirtymistä valtaisena kaarena idästä länteen. Noitten tähtien sokkeloihin ovat vanhojen aikojen usko ja tarusto kätkeneet kauneimpia aarteitaan, jotka siellä elävät pysyvämpinä, elävämpinä kuin ihmisten suvut, kuin heidän pystyttämänsä muistomerkit. Ne ovat yksinäisen tutkijan ylhäisiä vieraita, kun hän tornissaan mittaa tähtien kulkua ja tunkeutuu katseineen sinne, minne vain valonsäde ja ajatus jaksaa kantaa.

Et tiedä, lukijani, tähtisen yön ihanuutta, ellei silmäsi ole saanut juoda kaukaisten maailmoiden kimmellystä, juopua rannattoman avaruuden tähtisarjojen hehkusta. Sinä näet tuikkivien valopisteitten joukon, sinä upotat katseesi syvemmälle, näet yhäti uusia tähtiä, näet niiden järjestyvän kummalliseksi kuviksi, ikäänkuin värikkäitten jalokivien kuvioiksi tummalle samettipohjalle. Sinä tuijotat kaukoputkeesi, missä tähdet hiljaisena virtana valuvat ohitse. Siellä saapuu säkenöivä, liekehtivä tähtijättiläinen, seuranaan saattue monenvärisiä aurinkoparvia, tai suuri planeetta, joka renkaineen ja kuineen

hiljaa vaeltaa tähditettyä tietään; — saapuu loistavia kaksoistähtiä, joitten osat saattavat olla erivärisiä — tiedät niitten kiertävän toisiaan. Ja sitten, — ehkä hätkähdät: näkökenttään liukuu hohtava täplä, mahtava tähtisumu, joka on kuin taivaan holvikattoon puhkaistu reikä, mistä lävitse kuultaa loistetta aivan kuin paratiisin valkeudesta. — Sinä silmäilet linnunradan seutua, missä tähdet ovat kuin kultahietaa ja missä niitten säteet kauempana yhtyvät himmeän hohtavaksi, maidonvalkeaksi valonväikkeeksi. Silmäsi on alussa outo, eikä se vielä osaa selittää paljoa. Mutta ilta illalta se terästyy, ilta illalta sen ovet aukenevat yhä kiehtovammille ihanuuksille, ja tähtien tähyämisestä syntyy herkän mielen jumalainen nautinto.

Et tunne, lukijani, mikä ilo on antautua etsimään tähtisen taivaan salaisia ihmeitä, ennenkuin olet syventynyt tekemään havaintoja omalla koneella. Olet tottumaton ensin, eikä tuloksesi sinua tyydytä. Mutta pian tunnet näkökykysi vahvistuvan, ehkä sattumakin sinua auttaa, huomaat hyödyttäväsi itse ylevää tiedettä, tulokset tuovat uusia ihmeellisiä työkenttiä eteesi, ja viimein tulee tähtitieteellisestä askartelustasi kirkkaitten iltojesi mieluisin puhde-työ. Maailmassa on tuhansia ihmisiä kaikista yhteiskuntaluokista, jotka viettävät iltojaan täten, ja tiede saa heitä kiittää monista hyvinkin arvokkaista saavutuksista. Sinäkin saatat kenties suurestikin hyödyttää tiedettämme, vaikka koneesi olisi vain vaatimaton prismakaukoputki.

Varsin pieniä ja alhaisiahan ovat monesti nykyajan ihmisten mietteet ja askartelut, ahdas heidän aatostensa ja mielikuvituksensa piiri. Taistelu joka-päiväisestä leivästä, yhteiskunnallisesta asemasta ja kunniaista vie useinkin mukanaan mielet, ja helposti unhoittuu se kauneus, joka niin tenhoavana meitä kaikkia ympäröi. — Mutta ken on löytänyt tien tähtien pariin, oppinut lukemaan taivaan hohtavaa kirjaa, hän on samalla saavuttanut ehtymättömän kauneuden, suuruuden ja hiljaisen rauhan lähteen, jonka ihanuus alati kasvaa ja karttuu.

Lukijani! En tyrkytä sinulle tähtien tuttavuutta. Mutta minä, joka itse olen oppinut ihaillemaan kirkkaan taivaankannen ihanuutta, haluaisin vain osoittaa sinulle tien iloon ja nautintoon, jota et ehkä tunne, mutta jonka tiedän palkitsevan sinulle tutustumisesi vaivan tuhatkerroin. En voi muuta kuin jälleen yhtyä vanhan *Senecan* sanoihin: »Ei ole mitään jalompaa tutkittavaa kuin tähdet ja taivaankappaleet!»

## TAHTITIETEEN OPETUKSESTA SUOMEN KOULUISSA.

Kirj. E. Bonsdorff.

Ursa-seuran tärkeimpiä tehtäviä on kansantajuinen esitys taivaankappalten liikkeistä ja olemuksesta sekä harrastuksen herättäminen taivaalla esiintyvien ilmiöiden havaitsemiseen, tietysti siinä laajuudessa kuin se on mahdollista ilman koneita tai vaillinaisilla koneilla. Kuten kaikki tieteellinen harrastus, niin on myöskin halu taivaankappalten tuntemukseen herätettävä nuorena, mikäli mahdollista jo koulussa.

Suomen koululaitos on ollut alituisten muutosten, voipa sanoa, että se on ollut kokeiluiden alaisena ei ainoastaan oppiaineiden laatuun, vaan myös opetustapaan katsoen. Oppiaineet kilpailevat keskenään paremmuuden asemasta. Mitä erikoisesti maantieteeseen tulee, niin sen opetukseen oppikouluissa käytettävää tuntimäärää on usein paljonkin muutettu. Aikaisemmin maantiedettä luettiin vain neljällä ensimmäisellä luokalla. Sitten säädettiin viidennellä luokalla opetettavaksi yksi viikkotunti yleismaantiedettä, joka ainakin osaksi sisältää suuretieteellistä maantiedettä. Edelleen on vuoden 1916:n asetuksen mukaan kuudennella luokalla opetettava kaksi viikkotuntia luonnonhistoriaa ja suuretieteellistä maantiedettä sekä meteorologian alkeita. Tarkoitus oli epäilemättä käyttää näistä kahdesta tunnista toinen suuretieteellisen maantieteen ja meteorologian opetukseen.

Suuretieteellisen maantieteen opetus alkaa jo koulujen ensi asteella, tai oikeastaan samalla kun karttaa aletaan opetuksessa käyttää, siis oppikoulujen ensimmäisellä luokalla. Opetus supistuu yksinomaan siihen, että karttapal- lolla näytetään paikan määrääminen meridiaanien ja parallellipiirien avulla. Suuretieteellistä maantiedettä opetetaan sitten uudestaan joko viidennellä ja kuudennella tai ainakin kuudennella luokalla.

Siis mitään yhteistä mainitun aineen opetussuunnitelmaa ei ole olemassa. Maantieteen opetukseen käytetään *Aro—Rosbergin* sekä *Hänninen—Kivirikon* oppikirjoja, joiden lopussa on n. s. yleismaantiede. Tämä sisältää muun muassa aivan pienen matemaattisen maantieteen kurssin. Siinä selitetään lyhyesti maan muoto, koko ja liike sekä tehdään selkoa ajanlaskusta. Sitäpaitsi mainitaan lyhyesti taivaankappalten olemus. Havaintovälineinä on kaikissa kouluissa akselinsa ympäri pyöritettävä pallo ja monessa oppilaitoksessa sitä-

paitsi täydellinen telluurio, jonka avulla esitetään maan liike auringon ympäri sekä kuun liike maan ympäri.

Näinollen voidaan kysyä, onko tällainen maantieteen opetus kyllin tyydyttävä ja eikö voitaisi siihen kuluvaan aikaan käyttää tehokkaammalla tavalla, ja vastaus edelliseen kysymykseen on kielteinen ja jälkimmäiseen myönteinen. *Lyhyesti sanottuna, oppiaineeksi on otettava myöskin tähtitiede, tosin suppeassa muodossa.* Myönnän kyllä, että luonnonhistorialla on tärkeä osa kouluohjelmassa, varsinkin jos sen opetuksella tarkoitetaan luonnonilmiöiden havaitsemiseen tutustumista, sillä silloinhan oppilaan havaintokyky suuressa määrin kehittyy. Mutta koska suurettieteellisen maantieteen opetukseen käytettävä tuntimäärä kuudennella luokalla, jossa sitä pääasiallisesti opetetaan, on tavallaan kytkeytynä yhteen luonnonhistorian opetukseen käytettävään aikaan, niin voitaisiin varmaan haitatta luonnonhistorian opetus mainitulla luokalla järjestää siten, että tähtitiede saisi läpi lukuvuoden osakseen yhden viikkotunnin.

On pidettävä suorastaan kasvatuksen puutteena, että sivistynyt ihminen ei tiedä juuri mitään ympäröivästä äärettömästä avaruudesta. Ehkä ihailimme kirkasta tähtitaivasta, mutta harvassa herännee halu oppia lähemmin tuntemaan sitä, mitä taivaalla näkee. Meillä ei ole sitä kaipausta, jota englantilainen runoilija tuntee tähtitaivasta katsellessaan.

Twinkle, twinkle pretty stars,  
How I wonder what you are.

Ollessani opettajana suomalaisessa normaalilyseossa opetin kahtena vuotena viidennellä luokalla tähtitiedettä, ja minun täytyy sanoa, että kaikista oppiaineista, joita pitkän opettaja-aikani kuluessa olen opettanut, ei mikään ole minulle ollut niin mieluinen kuin tähtitiede, enkä milloinkaan ole tavannut opetukseen niin innostuneita ja tarkkaavaisia, opetusta seuraavia oppilaita kuin juuri tähtitieteen tunneilla. Usein pyysivät oppilaat minua kirkkaina talvi-iltoina heille näyttämään eri tähdistöjä. Noin 30 kertaa suurentavalla kiikarilla näytin heille auringonpilkkuja, kuunpinnan kehävuorineen, Venuksen vaiheet, Jupiterin kuut, Saturnuksen renkaat sekä muutamat tähtisumut ja kaksoistähdet.

Tahdon vielä lyhyesti mainita, miten tähtitieteen opetus olisi mielestäni suunniteltava. Kun keskikoulun kurssi päättyy viidennellä luokalla ja osa oppilaista silloin siirtyy käytännöllisille aloille, niin on suotavaa, että suurettieteellisen maantieteen ensimmäisten alkeiden opetus suoritetaan jo tällä luokalla. Riittäisi hyvin, jos tähän opetukseen käytettäisiin kevätlukukaudella yksi viikkotunti. Tähän kurssiin sisältyisivät tärkeimmät tiedot maapallosta sekä yleiskatsaus muista taivaankappaleista. Kuudennella luokalla sitten käytettäisiin yksi viikkotunti sekä syys- että kevätlukukaudella tähtitieteen alkeiden sekä meteorologian opetukseen. Jälkimmäisen aineen opetukseen ehkä riittäisi kaikkiaan 10 tuntia.

Kuten jo mainitsin, opetin tähtitieteen alkeita n. 25 vuotta sitten. Silloin myös julkaisin kaksi pientä oppikirjaa, toisen suomeksi, toisen ruotsiksi. Nämä kirjat olin laatinut käytännössä saamieni kokemusten perusteella. Toisen kirjan nimi on »Tähtitieteen alkeet, lyhyt oppikirja kouluja varten» ja toisen »De första grunderna i matematisk geografi.» Nämä molemmat kirjat hyväksyi silloinen kouluylihallitus käytettäväksi koululain 80 § mukaisesti. Vaikkakin kirjojen ilmestymisestä on jo kulunut neljännesvuosisata, ei niissä esitetyt tiedot ole vanhentuneita, sillä useimmat uudet tähtitieteelliset keksinnöt koskevat koulukurssin ulkopuolella olevia seikkoja.

Lopuksi mainittakoon, että sopivissa kohdin tulee fysiikan ja tähtitieteen opetuksen tukea toisiaan, kuten esim. valon nopeuden määrittämisessä ja yleisen vetovoiman esittämisessä.

Olen jo maininnut, että oppikouluissamme on ainakin osaksi tähtitieteen opettamiseen tarvittavat opetusvälineet, kuten telluurio, ja muutamissa kouluissa myöskin planetariumi. Sitäpaitsi kouluissa on spektroskooppi ja usein myös tarpeeksi suurentava kiikari. Näiden lisäksi olisi kouluihin hankittava suurempia tähtikarttoja ei ainoastaan pohjoisesta vaan myöskin eteläisestä taivaasta. Vaikkakaan eteläisen pallopuoliskon kaikkia tähtiä ei meidän leveyspiirillä voida havaita, ne kun eivät nouse taivaanrannan yläpuolelle, niin olisi kuitenkin mielenkiintoista tietää, miltä taivas näyttää etelänavan ympärillä.

## LINNUNRATA.

Kirj. V. A. Heiskanen.

Kun katselemme taivasta syys- tai talvi-iltoina maaseudulla tai kaupungissa sellaisissa kohdin, joissa ei katuvalaistus häiritse, niin pistää silmäämme se valovyö, joka vuodenaajoista ja yön tunneista riippuen milloin vinosti, milloin taivaan korkeimman kohdan kautta kulkien kaartuu yli taivaanpallon. Tuo vyö on linnunrata. Se kulkee Kotkan, Joutsenen, Kassiopeian, Perseuksen ja Ajurin ynnä muiden pienempien tähdistöjen kautta ja Kaksoisten ja Orionin tähdistön ja samoin Procyonin ja Sirkuksen välitse jatkuen sitten meille näkyvämmien eteläisen pallonpuoliskon tähdistöjen kautta Kotkan tähdistöön takaisin. Suurimman osan meille näkyvästä taivaanpallosta kulkee linnunrata yhtenä vyönä haarautuen Joutsenen tähdistössä kahteen haaraan, jotka Kotkan tähdistön kautta kulkevat eteläiselle pallonpuoliskolle yhtyen jälleen Eteläisen ristin tähdistön luona.

Tämä taivaanpallon yli kaareutuva silta on vetänyt sekä luonnon- että sivistyskansojen, sekä varsinaisen rahvaan että sivistyneistön huomion puoleensa. Se on antanut taiteilijoille runollisia näkemyksiä ja se on pannut tiedemiehet sitkeään tieteelliseen työhön.

Meillä Suomessa, varsinkin maamme itäosissa käyttävät rahvaan miehet syystäivaan linnunrataa talven lumisuuden ennustamiseen. Jos syksyllä linnunradassa näkyy paljon tähtiä, niin tulee luminen talvi. Tämä ennustus pohjautuu siihen rahvaan miesten käsitykseen, että linnunrata on ilmakehämme ilmiö, jonkinlaista lumihutalepilveä. Ja kuta enemmän tuota lumipilveä syksyllä on, sitä enemmän sataa talven kuluessa lunta. Tällaisella ennustuksella ei liene paljoakaan merkitystä, sillä linnunradan pienempi tai suurempi kirkkaus johtuu ilman läpinäkyvyydestä havaintohetkellä.

Aina tähtitieteen lapsuuden ajoilta saakka ovat tähtitieteilijät asettaneet linnunradan tutkimustensa esineeksi, mutta vasta viime vuosisadan loppupuolelta asti, kun linnunrataa alettiin valokuvata voimakkailla kaukoputkilla, on se paljastanut kauneimmat salaisuutensa.

Samoin kuin ekliptikalla on aurinkokunnassamme keskeinen merkitys, samoin on linnunradan taso tärkeä stellaariastronomisissa tutkimuksissa. On näet havaittu, että linnunradan taso on meille näkyvien tähtien symmetria-taso, s. o. siitä yhtä kaukana pohjois- ja eteläpuolella on tähtiä suunnilleen yhtä tiheässä, että tähdet kulkevat halusta linnunradan tason suuntaisina,

että jotkut tähdet ja kaasusumut näyttävät kasautuvan linnunrataan, kun taas kierteissumut sitä karttavat j. n. e.

Linnunradan tason tarkka määrittäminen on vaikeata, ja eri tutkijain määräykset eroavat hiukan toisistaan. Määräys on suoritettu siten, että kultakin linnunradan kohdalta on merkitty valovoimakkaimmat läikät ja sitten piirretty isoympyrä, joka kulkee mahdollisimman läheltä näitä läikkiä. Täten määrätty linnunradan taso kallistuu ekvaattoria vastaan n. 63°, ja tulee lähimmäksi taivaan napaa, 27° päähän siitä, Kassiopeian tähdistössä. Niitä koordinaatteja, jotka saadaan linnunradan tasoa perustasona käyttäen, sanotaan galaktisiksi koordinaateiksi, pituudeksi ja leveydeksi.

Kun linnunrataa katselee voimakkaalla kaukoputkella tai kun tarkastelee siitä otettua valokuvaa, niin huomaa, että sen valovoimakkuus johtuu pääasiassa tähtien, varsinkin himmeiden tähtien lukuisuudesta. Niitä on niin tiheässä, että ne paljain silmin katsottuna näyttävät yhtäjaksoiselta valonauhalla. Vasta aivan suurilla kaukoputkilla saadaan yksityiset tähdet erikseen näkymään, ja on olemassa sellaisiakin kohtia, joita ei ollenkaan saada jakautumaan yksityisiksi tähdiksi. Paitsi himmeiden tähtien lukuisuudesta, johtuu linnunradan valovoimakkuus myöskin osaltaan siellä olevista useista sumuista, jotka ovat muodostuneet joko ohuen ohuesta kaasusta tai kosmisesta tomusta.

Näitä sumuja on kaikenmuotoisia ja kokoisia aina suuresta Orionin sumusta heikoimpiin, suurillakin kaukoputkilla hädin tuskin näkyviin saakka. Paitsi varsinaisia sumuja on linnunradassa usein paikoin hienon hienoa utumaista ainetta.

Kun valokuvausta on suuressa mittakaavassa sovellettu linnunradan tutkimiseen, niin sieltä on löydetty useissa kohdin tähdistä köyhiä tiloja, joissa kirkkaampia tähtiä on kohtalaisesti, mutta himmeitä tähtiä kovin harvassa. Tällaisia tiloja, »hiilisäkkejä» on sekä kaasusumujen yhteydessä että niistä kaukana olevissa kohdin. Useimmat näistä tähtityhjistä tiloista johtuvat siitä, että siinä suunnassa on valaisematonta, tummaa kosmista ainetta, joka estää takanaan olevat tähdet näkymästä. Toiset taas ovat useiden tutkijain mielestä todella tähtiköyhiä tiloja, akkunoita, joiden kautta voidaan katsoa linnunratamme takaiseen tyhjään avaruuteen.

Kirjoitukseen liittyvistä *Max Wolfin* Heidelbergissä ottamista kuvista saanee parhaan käsityksen linnunradan muoto- ja tähtirikkaudesta.

Kuva 1 esittää linnunrataa Joutsenen tähdistön kohdalla. Se on valokuvattu 31 mm läpimittaisella ja 145 mm polttovälisellä pikku tessarilla ja käsittää se taivaanpallosta 30 × 38 neliöastetta. Valotusaika on kokonaista 3.5 tuntia.

Tämä kuva näyttää, mikä erinomainen keino tähtivalokuvaus on tähti-taivaan ja ennenkaikkea juuri linnunradan ihmeiden paljastajana. Sentakia, että valokuvauslevy kasaa itseensä valovaikutusta sitä enemmän kuta kauemmin sitä valotetaan, kykenee jo pienikin kaukoputki tunkeutumaan avaruuden syvyyyksiin, joita paljas silmä ei koskaan voi saavuttaa.



Tämä kuva on otettu tavallisissa valokuvauskoneissa käytettävällä linsillä, ja kuitenkin näkyvät kuvassa tähdet aina 12—13 suuruusluokkiin saakka, joita silmä juuri ja juuri kykenee erottamaan vasta 10 cm läpimittaisella kaukoputkella. Sitäpaitsi kaukoputkessa näkyy aivan pieni osa tähtitaivasta yhdellä kertaa, joten emme voi saada yleisvaikutusta jonkin seudun tähtirunsaudesta. Valokuva sensijaan avaa meille suuren alan tähtitaivasta eteen samalla kertaa, joten tähtitaivaan hienoudet ovat valokuvasta paljon helpommat huomata. Kaikenmuotoiset tähtikasautumat, tähdistä köyhät kanavat ja tilat, pienen pienet tähtijoukot, erilaiset tummien reunojen ympäröivät tähtisumut, kaikki nämä ovat kuin lautasella edessämme. Omassa työhuoneessamme voimme niitä tutkia ja ihailia, sensijaan että ilman valokuvia saisimme tyytyä kylmässä kaukoputkellamme tähyämään ja kuitenkin näkisimme paljon vähemmän.

Tässä kuvassa pistää erikoisesti silmään tähtirunsaus, useat tähtisumut sekä erimuotoiset tähtityhjät tilat. Lähellä kuvan vasempaa ja yläreunaa on kuuluisa »Pohjois-Amerikka-sumu», joka muodoltaan muistuttaa Pohjois-Amerikan karttaa. Sen oikealla puolen näkyvä kirkas tähti on Deneb, Joutsenen tähdistön kirkkain tähti. Alhaalla vinosti oikealla kiinnittää huomiotamme laaja tähtitiheytensä takia pilvimäinen tähtimuodostuma, jossa on laajoilla aloilla harsomaista sumuainetta. Keskellä tätä tähti- ja sumumuodostumaa näemme tähdistä köyhemmän alan pikkulintua muistuttavan tilan, tähtitaivaan »Varpusen».

Kuva 2 käsittää edellisessäkin kuvassa näkyvän Joutsenen  $\gamma$ -tähtien ympäristön suuremmissa mittakaavassa, kaikkiaan n.  $6 \times 8$  neliöasteen suuruisen alan. Valokuva on otettu 40 cm läpimittaisella ja 202 cm polttovälisellä linsikaukoputkella (Brucerefraktori). Valotusaika on ei vähempää kuin 6 tuntia 50 minuuttia. Joutsenen  $\gamma$  on kuvan keskellä. Erikoisesti pistää silmään harsomaiset kaasumuodostumat, jotka joka suunnalle ympäröivät tätä tähteä. Kaasumuodostumien välissä on tummia aloja. Kun näissä tummissa kohdin on tähtiä tarpeeksi tiheässä ja kun ne näyttävät tummemmilta vain niistä puuttuvan sumumaisen aineen takia, niin saamme sen mielikuvan, ikäänkuin linnunradalle ominaiset tähtitiivistymät ja sumut muodostaisivat meitä verraten lähellä olevan jättiläisluurangon, jonka luiden lomitse voimme katsella kauempana olevia ja sentakia himmeämpiä tähtiä. Tähtitiheys on tällä kohtaa taivasta verraten suuri.

Kuva 3 on otettu samoin kuin edellinenkin kuva 40 cm Brucerefraktoriilla. Valotusaika on 4 tuntia. Kuva käsittää n.  $4.5 \times 6.3$  neliöasteen suuruisen alan Joutsenen  $\alpha^2$ -tähtien ympärillä. Tämä tähti on kuvassa hiukan keskikohdan yläpuolella. Tässä valokuvassa kiintyy huomiomme tummiin kanavamaisiin aloihin. Oikeanpuoleisen kanavamudostuman alapäässä on kirkas pallomainen tähtisumu, n. s. »Coconsumu».

Tähän sumuun päättyvä tähtiköyhä kanava muistuttaa porareikää, ja useat tutkijat ovatkin sitä mieltä, että coconsumu on kulkenut jälkeensä jättämän kanavan kautta, »porannut» itselleen tien tähtiryhmiin ja imenyt kulkiessaan

itseensä tähtiainetta. Toiset taas olettavat tässä olevan meitä lähellä sijaitsevan eteenpäin kulkevan sumun, joka kulkiessaan jättää jälkeensä verraten läpinäkymätöntä sumuainetta, kuten veturi kulkiessaan savua. Kun tällaisia kanavamaisia muodostumia on taivaalla paljon, niin tuntuu tämä jälkimmäinen olettamus epätodenmukaiselta. Yksimielistä selitystä ei toistaiseksi ole olemassa.

Kuvassa 4 on »Pohjois-Amerikka-sumu». Se on valokuvattu myös 40 cm Brucerefraktoriilla. Valotusaika 4 tuntia 54 minuuttia. Kuva käsittää alan  $2.8 \times 3.5$  neliöastetta. Tämä sumumuodostuma muistuttaa harvinaisen paljon Pohjois-Amerikan karttaa Panaman kannaksineen, Meksikonlahtineen y. m.

Itse sumussa on himmeämpienkin tähtien lukumäärä normaali, mutta melkein ympäri tämän sumun kiertää tähdistä köyhä kanava, jonka oletetaan olevan valaisematonta sumuainetta, mikä estää takanaan olevat tähdet näkymästä. Varsinkin oikealla reunalla on raja niin selvä, että tumman sumun olemassaolo siellä on aivan varma. Valaisevien sumujen spektri osoittaa näiden sumujen olevan heliumkaasua. Kun näissä kaasua on käsittämättömän ohutta, niin niiden valo tuskin on temperatuurisäteilyä, vaan pikemminkin »kylmää», mahdollisesti kaasuaainetta lähellä olevien tähtien näissä kaasuissa synnyttämää fluorista valoa. Eikähän liene aivan mahdotonta ajatella sekään, että liikeilmiöt sinänsä synnyttävät valoa. Nämä ovat vielä vähän tutkittuja kysymyksiä. Emme tiedä myöskään, miten siirtyminen valaisevasta sumusta tummaan tapahtuu. Sen tiedämme vain varmasti, että näitä esiintyy toistensa yhteydessä. Omituista on, että kaasuaine silloin kun se on valaisevaa, laskee tähtien valon heikentymättä lävitsensä, mutta valaisemattomana imee sen itseensä.

Kuvassa 5 näkyy mahtava Orionin sumu. Se on otettu Yerkes-observatoriossa ja käsittää se n.  $1 \times 1.5$  neliöasteen suuruisen alan.

Tämä sumu, joka jo paljain silmin häämöttää himmeänä läikkänä, on tähtitaivaan suurin sumu. Omituista siinä on tähtien suhteellisen pieni lukumäärä. Samoin pistää silmään tummat kanavat ja tilat, sekä nauhamaiset vaaleat muodostumat. Että tässäkin on sekaisin valaisematonta ja valaisevaa sumuainetta, siitä ei ole epäilemistäkään. Missä määrin valaisevan sumun valo on omaa ja missä määrin tähdistä heijastunutta valoa, siitä ei olla selvillä. Se on varmaa, että tämä sumu on yhtä kaukana kuin Orionin tähdistön kirkkaat tähdet, joten sumu voi olla niiden kanssa fyysisessä vaikutussuhteessa. Tähtiköyhyys voi johtua siitä, ettei kaasuaine vielä ole muuttunut yksityisiksi tähdiiksi, tai siitä, että kaasuaine ehkäisee tähdet näkymästä. Jälkimmäinen otaksoma lienee todennäköisempi. Molemmat kuvassa näkyvät tähtisumut ovat vain kirkkaimpia osia hyvin laajalle levinneestä osaksi valaisevasta, osaksi tummasta sumusta, joka ulottuu yli koko Orionin tähtikuvion.

Ylhäällä oleva ylivalotettu tähti on  $\iota$  Orionis. Siinä näkyvät säteet ovat kaukoputken pikkupeilin kiinnitysrautojen synnyttämää taipumissäteitä. — Jos valokuvan tähdissä näkyy tällaisia säteitä, on se merkki siitä, että valokuva on otettu peilikaukoputkella.

Kuvassa 6 näkyy omituisia Joutsenen tähdistössä olevia sumusäikeitä. Se on otettu Heidelbergin 71 cm peilikaukoputkella ja käsittää se n.  $10 \times 13$  neliöasteen suuruisen alan. Valotusaika 3 tuntia. Nämä sumusäikeet muistuttavat erehdyttävästi ilmakehämme cirruspilviä.

Nämä kuvat olkoot esimerkkeinä linnunradan merkillisyyksistä sellaisina kuin ne projisioituvat taivaanpallolle. Siirrymme nyt tähtitieteen runoudesta tähtitieteen proosaan, sen selville saamista ihannoiksista niihin yksitoikkoihin ja kärsivällisyyttä kysyviin keinoihin, joiden avulla tähtitieteellinen tutkimus on laakerinsa saavuttanut. Siirrymme ottamaan selkoa linnunratamme ulottuvaisuuksista, tunkeutumaan linnunrataan valonsäteen suunnassa.

Jotta tekisin seuraavan esitykseni kaikkien seurattavaksi, sellaistenkin, joilla ei ole tähtitieteellisiä esitietoja, mainitsen ensiksi niiden käsitteiden määritelmät, joita seuraavassa tulen käyttämään.

Tähden *parallaksilla* tarkoitetaan sitä kulmaa, jonka verran tähti näyttää siirtyvän taivaanpallolla, kun sitä katsotaan maan radan säteen, 150 milj. km, pituisen välimatkan päistä. Kun parallaksi tunnetaan, niin tähden etäisyys on määrätty. Tähdien etäisyys lausutaan tavallisesti joko valovuosissa tai tähtiväleissä. Tähtiväli vastaa tähden parallaksia 1."0 ja on se = 3.26 valovuotta.

Tähden *ominaisliike* on se kulma, jonka verran tähti vuoden kuluessa näyttää taivaanpallolla liikkuneen. Tämä johtuu osaksi aurinkokuntamme liikkeestä, osaksi tähden todellisesta liikkeestä.

Tähden *säteisliike* on tähden liike meihin päin tai meistä poispäin. Se mitataan spektroskooppisesti ja lausutaan kilometreissä sekunnissa; etumerkki + tarkoittaa liikettä meistä poispäin ja etumerkki — liikettä meihin päin. Kun tähden etäisyys, ominaisliike kaarisekunneissa ja säteisliike tunnetaan, niin tähden todellisen liikkeen nopeus ja suunta saadaan selville.

Tähden *sekulääriparallaksi*. Kun aurinko kulkee jatkuvasti vuodesta vuoteen n. 20 km sekuntinopeudella eteenpäin, niin tähdet näyttävät kulkevan päinvastaiseen suuntaan erään määrätyn kulman. Sitä kulmaa, jonka tähti pitemmän ajan kuluessa tämän johdosta näyttää liikkuvan, sanotaan tähden sekulääriparallaksiksi. Se ilmoitetaan kaarisekunneissa vuotta kohden. Sekulääriparallaksi on hyvin tärkeä kauempana olevien tähtien etäisyyksiä määrittäessä.

Tähden *suuruusluokka*. Tähdet jaetaan valovoimakkuutensa mukaan suuruusluokkiin siten, että kahteen peräkkäiseen suuruusluokkaan kuuluvien tähtien valovoimakkuuksien suhdeluku on 2.5 (lähemmin suhdeluvun logaritmi = 0.4). Kirkkaimmat tähdet kuuluvat ensimmäiseen suuruusluokkaan, juuri ja juuri vielä näkyvät kuudenteen, ja himmeimmät, suurimmilla peilikaukoputkilla valokuvattaessa valokuvauslevyllä häämöittävät tähdet suuruusluokkiin 20 ja 21.

Tähden *todellinen suuruusluokka*. Kun tähdet ovat eri etäisyyksillä, niin ei niiden näennäisen valovoimakkuuden avulla voida päätellä mitään niiden todellisesta valovoimakkuudesta. Himmeämpi tähti meitä lähellä ollen voi

näkyä hyvin kirkkaana ja kirkkaampi kaukana oleva tähti hyvin heikkona. Jotta tähtien valovoimakkuutta voitaisiin verrata, täytyy niiden etäisyydet tuntea ja ne voida ajatuksissa siirtää kaikki saman välimatkan päähän meistä. Sitä valovoimakkuutta, joka tähdellä olisi, jos se olisi meistä kymmenen tähtivälin päässä, sanomme tähden todelliseksi valovoimakkuudeksi ja sitä suuruusluokkaa, johon se silloin kuuluisi, tähden todelliseksi suuruusluokaksi. Yhtä hyvin voitaisiin todellinen suuruusluokka määrittellä toistakin välimatkaa käytäen. Usein käytetäänkin sitä määriteltäessä etäisyyttä yksi tähtiväli.

Ainoastaan n. 100 tähtivälin päähän, vastaten parallaksia 0".01 voidaan suoran parallaksikeinon avulla tunkeutua, ja spektroskooppista etäisyyden määäämiskeinoa käyttäen voidaan määrätä kirkkaampien kauempanakin olevien tähtien etäisyydet. Ellemme pääsisi kauemmaksi tunkeutumaan, niin olisi tähtiavaruudesta saamamme kuva kovinkin köyhä.

Pitemmälle päästäkseen turvautuu tähtitieteilijä tilastolliseen menettelytapaan laatien eri perusteiden mukaan tähtiryhmiä ja koettaen määrätä näiden ryhmien keskimääräiset etäisyydet.

Tähtitilastotieteilijällä on hyväkseen käytettävänä laajat tähtiluettelot, joihin on merkitty tähtien suuruusluokat, spektriluokat, etäisyydet, jos ne tunnetaan, ominaisliikkeet, säteisliikkeet j. n. e. Mutta tällaista suunnatonta havaintoaineistoa on käytettävä varovasti ja tiedemiehen vaistolla, jottei johduttaisi harhapäätöksiin.

Tähtitilastotiede perustuu kahteen itsestään selvään lakiin. Ne ovat: Tähdien valovoimakkuus pienenee samassa suhteessa kuin välimatkan neliö kasvaa, ja tähtien lukumäärä kasvaa etäisyyden kuution mukaan, jos nimittäin tähtien lukumäärä kuutioyksikössä, tähtitiheys, pysyy muuttumattomana.

Olettakaamme nyt, että kaikki tähdet ovat yhtä kirkkaita sekä että tähtien lukumäärä kuutioyksikössä, tähtitiheys, on kaikkialla sama. Silloin näyttäisivät toiset tähdet himmeämmiltä ainoastaan suuremman etäisyytensä takia. Kun jaamme tähtiavaruuden pallokuoriin siten, että seuraavan pallokuoren säde aina on 1.585 kertaa suurempi kuin edellisen säde, niin suuremmassa pallokuoressa olisivat tähdet keskimäärin  $1.585 \times 1.585 = 2.5$  kertaa himmeämpiä, eli ne olisivat yhtä suuruusluokkaa alempana. Mutta nyt olisi suuremmassa pallokuoressa  $1.585 \times 1.585 \times 1.585 = 3.98$  (eli likipitäen 4) kertaa enemmän tähtiä kuin pienemmässä pallokuoressa. Ja koska suuremman pallokuoren tähdet ovat yhtä suuruusluokkaa himmeämpiä, niin kuuluisi kuhunkin suuruusluokkaan 4 kertaa niin paljon tähtiä kuin edelliseen suuruusluokkaan, jos nimitäin tekemämme olettamukset pitävät paikkansa.

Tähtiluettelot johtavat kokonaan toisenlaiseen tulokseen. Mainitsemamme suhdeluku on yleensä kaikkialla pienempi kuin 4 ja kirkkaammilla tähdillä erilainen kuin himmeämmillä ja linnunradassa toinen kuin siitä kauempana olevissa kohdin. Näinollen täytyy siis tekemämme olettamukset hylätä ja tähtitilastotieteen tehtäväksi jää määrätä tähtitiheysfunktio  $D(r)$ , joka osoittaa, miten tähtitiheys, tähtien lukumäärä kuutioyksikössä muuttuu etäisyyden  $r$

mukana ja valovoimakkuusfunktio  $\varphi(i)$ , joka osoittaa, kuinka monta prosenttia kaikista tähdistä kuuluu kuhunkin suuruusluokkaan. Nämä funktiot saadaan ainoastaan yhdessä määrättyksi.

Nämä funktiot määrätään sellaisten funktioiden avulla, jotka voidaan jollain tavalla havainnoista saada selville. Tällaisia havaittavia funktioita ovat kuhunkin suuruusluokkaan  $m$  kuuluvien tähtien lukumäärä  $N_m$ , niiden tähtien lukumäärä  $N_\mu$ , joilla on ominaisliike  $\mu$ , niiden tähtien lukumäärä  $N_m, \mu$ , jotka kuuluvat suuruusluokkaan  $m$  ja joiden ominaisliike on  $\mu$ , niiden tähtien keskiparallaksit  $\pi_m$  ja  $\pi_\mu$ , jotka kuuluvat suuruusluokkaan  $m$  tai joiden ominaisliike on  $\mu$  sekä niiden suuruusluokkaan  $m$  kuuluvien tähtien lukumäärä  $\pi_m, \mu$ , joiden ominaisliike on  $\mu$ .

Tähtitilastotieteessä syntyi yht'aikaa kaksi koulua. Saksalainen koulu, *Seeliger* ja *Schwarzschild* etunenässä antaa funktioille  $D(r)$  ja  $\varphi(i)$  etukäteen määrätyn matemaattisen muodon, ja määrää havaittavien funktioiden avulla näiden funktioiden vakiot. Kun siis tämä koulu on sidottu ennalta oletettuihin matemaattisiin muotoihin, niin menettelee hollantilainen *Kapteynin* koulu vapaasti määräten empiirisesti kohta kohdalta näiden funktioiden kulun. Ja siitä, että nykyään jo tunnemme niin paljon linnunratamme rakenteesta, saamme kiittää enemmän hollantilaista koulua, ennen kaikkea *Kapteynia*, kuin saksalaista matemaattisempaa koulua. Useat tutkijat ovat myöhemmin käyttäneet *Kapteynin* menettelytapaa.

Voimatta käydä yksityiskohtaisemmin kumpaakaan menettelytapaa selostamaan mainitsemme vain, että *Kapteyn* on nähnyt paljon vaivaa muokatessaan mitä erilaisinta havaintoaineistoa käyttökelpoiseksi. Hän lähtee suoraan määrättyistä parallakseista, ja kun nämä eivät pitkällekkään vie, turvautuu hän sekuläärisiin parallakseihin. Tätä keinoa käyttäen ei kuitenkaan saada yksityisten tähtien etäisyyttä määrättyksi, sillä tähtien ominaisliikkeeseen on yhdistynyt paitsi auringon liikkeestä johtuva näennäinen liike, myöskin tähden todellinen oma liike (*motus peculiaris*), jota siitä ei voida erottaa. Mutta olettamalla, että sopivien tähtiryhmien todelliset liikkeet tapahtuvat eri suuntiin ja kumoavat toisensa, saadaan määrättyksi näiden tähtiryhmien keskimääräinen sekulääriparallaksi ja keskietäisyys. Täten saadaan siis määrättyksi funktiot  $\pi_m$ ,  $\pi_\mu$  ja  $\pi_m, \mu$ .

Kun *Kapteyn* on täten saanut eri tähtiryhmien keskietäisyydet selville, muodostaa hän taulukon, jossa pystysuorana indeksinä ovat parallaksit siten, että siirryttäessä yksi rivi alaspäin parallaksi pienenee suhteessa 1 : 1.585, siis etäisyys kasvaa samassa suhteessa, ja vaakasuorana indeksinä tähden näennäinen suuruusluokka. Sitten hän täyttää tämän taulukon siten, että kuhunkin ruutuun merkitsee niiden tähtien lukumäärän, joiden parallaksi ja näennäinen suuruusluokka vastaa sen ruudun arvoja. Kun siis kunkin tähtiryhmän näennäinen suuruusluokka ja etäisyys tunnetaan, niin tiedetään myöskin sen todellinen suuruusluokka. Mentäessä vinosti oikealta vasemmalle alas kuljetaan aina samaan todelliseen suuruusluokkaan kuuluvien tähtien kautta. Kun



Kuva 1. Linnunrata Joutsenen tähdistössä.



Kuva 2. Linnunrata Joutsenen gammatahden ympärillä.



Kuva 3. Tähdistäköyhiä kanavia linnunradassa.



Kuva 6. Omituista sumuainetta Joutsenen tähdistössä.

Kuvaa katsottavaältä puolelta.



Kuva 4. Pohjois-Amerikka-sumu.

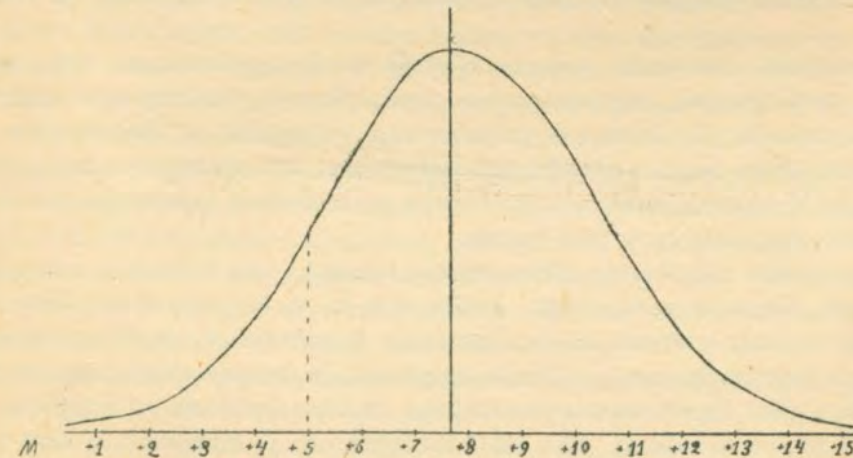


Kuva 5. Orionin sumu.

ne lasketaan yhteen, niin saadaan siihen suuruusluokkaan kuuluvien tähtien lukumäärä. Samoin saadaan seuraavaan kirkkaampaan suuruusluokkaan kuuluvien tähtien lukumäärä, kun aletaan laskea ruudusta, joka on yhden välin vasemmalle päin j. n. e. Täten saadaan siis määrättyksi kuhunkin todelliseen suuruusluokkaan kuuluvien tähtien lukumäärä ja sitä tietä valovoimakkuusfunktio  $\varphi(i)$ . Kun taas lasketaan vaakasuorassa suunnassa eri ruutuihin kuuluvien tähtien lukumäärä ja tämä lukumäärä jaetaan kunkin pallokuoren tilavuudella, saadaan esille tähtitiheys, siis funktio  $D(r)$ .

Täten puhtaasti empiiristä tietä saa *Kapteyn* määrättyksi funktion  $D(r)$  n. 1000 tähtivälin päähän. Tästä eteenpäin pyrkiessään tekee hän sen itsensä hyvin luonnollisen olettamuksen, että valovoimakkuusfunktio  $\varphi(i)$  on kauempanakin sama kuin se on 1000 tähtivälin päähän mentäessä, että siis tähtiä kaikkialla kuuluu kuhunkin absoluuttiseen suuruusluokkaan sama prosenttimäärä. Tätä olettamusta hyväkseen käyttäen voi *Kapteyn* määrätä tähtien jakautumisen; tähtitiheyden aina linnunradan reunoihin saakka. Siis *Kapteynin* tulokset ovat n. 1000 tähtivälin päähän varmoja ja aina linnunradan äärille asti hyvin todennäköisiä.

*Kapteynin* tutkimukset ovat osoittaneet, että valovoimakkuusfunktio  $\varphi(i)$  on *Gaussin* virhefunktion kaltainen, s. o. tähdet kasautuvat valovoimakkuutensa puolesta määrätyn keski-suuruusluokan kahden puolen, samoin kuin havainnot kasautuvat oikean arvon molemmiin puolin. Kun piirretään käyrä todellinen suuruusluokka  $M$  abskissana ja  $\varphi(i)$  ordinaattana, niin saadaan kuvassa 7 esitetty tähtien valovoimakkuuskäyrä. Siitä näkyy, että absoluuttisiin suuruusluokkiin +7 ja +8 kuuluu enimmän tähtiä, ja että näistä luokista sekä kirkkaampiin että himmeämpiin tähtiin siirryttäessä kuhunkin suuruusluokkaan kuuluvien tähtien lukumäärä pienenee, aluksi hitaasti ja sitten nopeasti. Absoluuttisten suuruusluokkien -3 ja +15 väliin mahtuvat siten melkein



Kuva 7. Tähtien valovoimakkuuskäyrä *Kapteynin* mukaan.

Absoluuttisiin suuruusluokkiin +7 ja +8 kuuluu enimmän tähtiä. Aurinko kuuluu absoluuttiseen suuruusluokkaan +5. Piikkuviivan vasemmalla puolen olevat tähdet ovat aurinkoa kirkkaampia ja oikealla puolen olevat tähdet sitä himmeämpiä.

Tähtitiedettä —

kaikki tähdet, joskin mielenkiintoisimmat tähdet, suurimmat jättiläistähdet toisaalla ja pienimmät kääpiötähdet toisaalla ovat näiden rajojen ulkopuolella. Rajasuuruusluokkiin kuuluvien tähtien valovoimakkuuksien suhde on n. 16 milj.

Uudempien, esim. *Searesin* suorittamien tutkimusten mukaan on  $\varphi(i)$ -käyrä *Gaussin* virhekäyrä ainoastaan absoluuttista suuruusluokkaa + 6 tai + 7 kirkkaammille tähdille, kun taas himmeämpiä tähtiä on enemmän kuin symm. virhekäyrän muotoinen  $\varphi(i)$ -käyrä edellyttäisi. Lähivuodet saavat näyttää, ovatko *Searesin* tutkimukset paikkansa pitäviä.

Kun aurinkomme todellinen suuruusluokka on + 5, niin on sellaisia tähtiä, jotka ovat n. 10 kertaa aurinkoa heikompihaloiset enimmänsä, ja yleensä aurinkoa himmeämpiä tähtiä paljon enemmän kuin aurinkoa kirkkaampia tähtiä. Joskin aurinkomme on kovin pieni suuriin jättiläistähtiin verraten, niin voimme olla sentään tyytyväisiä, sillä me olisimme voineet saada itsellemme paljoa vähäpätöisemmänkin keskuskappaleen.

Mitä tähtitiheyden, funktion  $D(r)$  tulee, niin se pienenee etäisyyden  $r$  kasvaessa jatkuvasti, kuitenkin siten, että tiheyden pieneneminen on linnunradan tienoilla hitaampi kuin siitä kauempana olevissa seuduissa. Jos tähtitiheyttä merkitsemme aurinkokuntamme lähistöllä, jossa se on suurin, luvulla 1, niin se saavuttaa arvot 0,5, 0,1 ja 0,01 linnunradan läheisyydessä n. 700, 2600 ja 9000 tähtivälin ja linnunradan napojen tienoilla n. 200, 600 ja 1500 tähtivälin päässä.

Kun niitä seutuja, joissa tähtitiheys on pudonnut sadanteen osaansa, voimme suurin piirtein katsoen pitää linnunratamme rajoina, niin saamme linnunratajärjestelmäksemme suurin piirtein katsoen kiekon, jonka läpimitta — linnunradan tason suunnassa — on pyöreissä luvuissa n. 18 000 tähtiväliä eli n. 60 000 valovuotta ja paksuus n. 3000 tähtiväliä eli n. 10 000 valovuotta. Tämän kiekon ulkopuolelle jäävät vielä pallomaiset tähtijoukot ja kierteisumut.

Nimitystä linnunrata voimme käyttää sekä suppeammassa että laajemmassa merkityksessä, suppeammassa merkityksessä tähtitaivaalla näkyvänä ja valokuvauslevylle ihmeensä paljastavana valovyönä ja laajemmassa merkityksessä koko meidän tähtijärjestelmänämme, avaruusasuntonamme, tuona valtavana kiekkona, jonka laidasta toiseen juoksemiseen avaruuden vinttikoiria, valonsäde, tarvitsee n. 60 000 vuotta.

Tyydymme tällä kertaa tähän kuvaan, emmekä käy lähemmin selostamaan astronomi *Hagenin* mielipidettä, koska sitä ei vielä yleisemmin kannateta. *Hagenin* mukaan syntyvät tähdet tummista tähtisumuista, ja linnunradan tienoissa on kehitys käynyt jo lähelle loppuansa ja tumma tähtisumuaine kulu-tettu, kun taas linnunradasta kauempana olevissa kohdissa on tähtiaine vielä tumman sumun muodossa, joka estää mahdollisesti jo muodostuneitakin tähtiä näkymästä. Jos tämä mielipide osoittautuisi oikeaksi, niin muuttuisi käsityksemme linnunratajärjestelmästä perinpohjin.

## KIINTOTÄHTIEN NIMET.

Kirj. O. J. Tallgren.

Maapallon asukkaat ovat tehneet itselleen tähtikarttoja ja tähtiluette-loita ja kirjoittaneet niihin nimistöä. Ylpeästi he puhuvat tähtien nimistä, vaikka kysymys on vain nimistä, joita eräällä planeetalla asuvat järkiolen-not käyttävät tarkoittaessaan lähimmän avaruuden eräitä nähtävyyksiä.

Kartoillamme sellaisinaan olisi arvoa muuallakin kuin maapallolla. Niillä olisi täysi asiakirja-arvo, jos ne joutuisivat muilla taivaankappaleilla asuvien tutkijoiden eteen. Tähtikarttamme, varsinkin tähtivalokuvamme, välittäisivät näille vieraille fyysis-matemaatikoille tiedon siitä, millainen on meitä ympäröivän linnunradan ja muutamien satojen kaukaisempien tähtisaarien optillinen projektio täällä. Tähtikartat ovat todella »taivaallisia» kuvia.

Toisin tähtien nimet. Niistä ei tuollainen »ulkomaalainen» tutkija paljoa välittäisi, ei edes silloinkaan, jos hänkin sattuisi omistamaan kirjaintemme tapaisiin optillisiin merkkeihin turvautuneen kielen ja otaksuisimme hänen ottavan selkoa esim. latinaisesta kirjoituksestamme. Hän nauraisi »tähtien nimiä», jotka ovat käypiä ainoastaan pienen Maan asukkaiden kesken ja jotka kuvaavat heidän suurenmoisen geosentristä suhtautumistaan Avaruuteen. Vai tuoko muka on Arcturus! tuoko tuolla Sirius! Mitä arvelee tähän »Sirius» itse? Mikä on maan tomu, että se antaa nimet taivaan tähdille?

Mutta maan päällä, näin meidän kesken, tähtien nimittäminen on tosiasia, joka vaatii ainakin historiallis-filologista huomiota.

Pääasiallisesti on kaikissa tähtikartoissamme sama nimistö. Amerikka, Euraasia, Afrikka, Australia ymmärtävät toisiaan, kun sanotaan (1) *Orion*, *Regulus*, *Algol*. Nämä nimet löytää minkäkielisistä tähtikartoista hyvänsä, esim. latinankielisistä, samoin suomalaisista. Melkoiselta osaltaan on koko tähtinimistö tällä tavoin kansainvälistä, kaikissa sivistyskielissä samaa. Voimme tässä puhua vaikkapa ensimmäisen luokan kansainvälisyydestä. Ja tavallaan voi sanoa yhdeksi ja samaksi nimeksi vielä (2) sellaistaikin tähdistön nimeä, joka suomalaisissa kartoissa on *Neitsyt*, ruotsalaisissa *Jungfrun*, latinaisissa *Virgo* jne. Nämä kolme ovat vain saman kansainvälisen nimenannon paikalliskielisiä edustajia, ne merkitsevät samaa. Samoin *Karhu*, *Björnen*, *Ursa*, *Arktos*<sup>1</sup> — kaikki

<sup>1</sup> *Arktos* on karhu kreikankielellä. Tästä johtuu esim. sana *arktiset* retket, jolla tarkoitetaan löytöretkiä maapallon pohjoisimmille seuduille, mutta joka kreikasta käännetynä lähinnä merkitsisi »karhuretkiä».



ovat saman taivaallisen Karhun nimiä, tosin eri kielillä. Eri kielet, sama merkitys. — On vielä kolmaskin laji tähtien nimiä, sellaisia, jotka ovat kokonaan epäkansainvälisiä, siis merkitykseltäänkin itsenäisiä tai itsenäisiltä tuntuvia, esim. (3) suomen *Otava*, ruotsin *Karlavagnen*; tämä jälkimmäinen on kuitenkin vielä sekini osaksi käänös kreikasta, jossa *hamaksa*, vaunut, oli Otavan tähtikuvion yhtenä nimenä. Kansantieteen ja kansallisen omaperäisyyden kannalta vaatisivat tällaiset epäkansainväliset tähtinimet oikeastaan mitä suurinta huomiota; mutta teknillisessä suhteessa niillä jo harvalukuisuutensa vuoksi on sangen vähäinen merkitys. Sivuumme tässä esityksessä ne kaikki, *Otavat*, *Seulaset*, *Viikatteen*, ja jääme sensijaan hetkeksi silmäämään sitä tähtinimistöä, jonka erikoisuutena on, niinkuin sanottu, joko vain merkityksen tai sekä merkityksen että muodon kansainvälisyys.

Useissa tapauksissa koetetaan tähtikartat saada niin kansainväliseksi kuin suinkin. Nimistö kirjoitetaan silloin latinaksi. Tämä merkitsee: sarja (1) pysyy sellaisenaan, mutta sarja (2) merkitään karttaan latinaksi, siis muodossa *Virgo*, *Ursa* jne., jotenka vielä tässäkin sarjassa kartoittajan ja lukijain oma kieli sivuutetaan.

Latinan ylivoimaa tähtinimistöä todistaa esim. Kansainvälisen tähtitieteellisen unionin (ransk. Union Astronomique Internationale) yleiskokouksessa 1923 tehty päätös, että tähtitieteellisissä teoksissa, minkäkielisissä hyvänsä, on pyrittävä vakiinnuttamaan tähdistöjen nimet latinankielisinä. Tämän mukaisesti on tähdistön tähdet siis nimitettävä siten, että merkinnät *a*, *β*, *γ*, 44 jne. edeltävät tuon latinaisen tähdistönnimen genitiiviä; siis »a *Ursae Maioris*» (ei esim. ranskaksi »a de la Grande Ourse» tai »a Gr. Ourse»). Latina on, niinkuin näkyy, tähtinimistön esperantoa. Selitämme asian siten, että juuri latina sattuu olemaan kaikkein vanhin ja kunnianarvoisin niistä sivistyskielistä, joilla on »tavallinen» kirjaimisto, sama mikä nykyään on Euroopassa yleisin.

Kansainvälinen sivistys on leviämistään levinnyt eli oikeammin kulkenut eteenpäin maapallon pinnalla; ja tämä kulttuurin kulku voidaan kartoittaa. Virtoja ja niitten lähteitä on useita. Se suuri kulttuurivirta, joka meidätkin, suomalaiset, on saavuttanut, on historian valossa lähtenyt läheisestä Idästä, suuntautunut Kreikkaan, Roomaan ja Rooman valtakunnan tulevaisuusmaihin Länsi-Eurooppaan, sitten poikki Reinin Germaaniaan eli Saksaan, sieltä Skandinaaviaan ja vihdoon Suomeen; ja valtavuosta on kaiken aikaa herunut hedelmöittävää vaikutusta muihinkin Euroopan ja koko maapallon eri seutuihin. Mutta tämän valtavuon ohella, joka kaartui klassillisen Etelä-Euroopan ja roomaanisen Länsi-Euroopan rannoitsee, on havaittavana toinenkin mahtava virta: arabialainen. »Arabialaiset harrastivat filosofiaa, lääketiedettä, matematiikkaa, maan- ja tähtitiedettä» — näin luimme jo koulussa keskiajan historiasta.

Arabialaisen tai oikeammin arabiankielisen sivistyksen päälähteet olivat myöhäisantiikkisessa Kreikassa ja kreikkalaistuneessa Aleksandriassa, osittain myös edempänä ja idempänä, Babyloniassa ja muinais-Indiassa asti. Keski-

ajan kuluessa virtaili tällaista Idän ja Kaakon sivistystä ja tiedettä Eurooppaan arabiankielisenä Välimeren eteläpuolitsee, osittain Pohjois-Afrikan rannikkoa pitkin Espanjaan ja sen maurilaisista hoveista ja yliopistoista muuhun Eurooppaan, osittain myös suuremmin meritsee, lähinnä Sisiilian Hohenstauffien välittämänä. Nämä arabialaiset virtaukset ovat erittäinkin tähtitieteessä olleet suurenmoisen tärkeitä. Näin ollen käsittää siis ilman muuta senkin tosiasian, että juuri kansainvälisessä tähtinimistöä eteläeurooppalaisten, siis kreikan- ja latinankielisten nimien ohella tavataan niin paljon arabialaisiakin.

Mainitsin äsken sellaisina tähtiniminä, joita merkitään minkäkielisiin karttoihin hyvänsä, nimet *Orion*, *Regulus* ja *Algol*. Tämä kolmisarja on edustava, sillä alkuaan *Orion* oli kreikkaa, *Regulus* latinaa ja *Algol* arabiaa.

Kreikkaa ja latinaa tuntee sivistyneistön eräs osa suhteellisen hyvin, ja melko harvoin kuuleekin senkielistä tähtinimistöä esim. äännettävän väärin. Toisin on laita arabialaisten nimien. Niille tahtoisin tässä vaatia huomiota. Ovathan niistä muutamat, esim. *Aldebaran*, jokaista tähtien ystävää lähellä. Sellaisia nimiä vääristelevä tietämättömyys voi vaikuttaa sangen kiusalliselta.<sup>1</sup>

Vanhemman tähtitieteen ja erittäinkin juuri keskiajan arabialaisen tieteen yhtenä erikoisuutena on jonkinlainen epäkäytännöllisyys. Tähtinimistöä haittaa sitäkin epäkäytännöllisyys: samalla kuviolla tai tähdellä on nimiä monta, kolme, jopa kuusi, seitsemänkin, mutta nimettöminä on toisia tärkeitäkin tähtiä. Nimet eivät tällöin kaikki ole termejä samassa mielessä kuin nykyisiin karttoihin otetut. Nykyisen nimenannon periaate kuuluu: yksi esine, yksi nimi, ja nimi niin monelle esineelle kuin suinkin; jotavastoin ennen kaatamalla kaadettiin tyhjentyvätöntä nimistöä muutamille harvoille tähdille, tähtikuviolle tai jaksoille. »Rakkaalla lapsella on monta nimeä.» Kustakin tällaisesta keskiaikuisesta toisintoryhmästä on tietysti uudemman tähtikarttamme valmistajien ollut hankala pysyttää käytännössä montakaan nimeä; enimmäkseen on yksi ainoa otettu karttoihin, ja muut unohdettu. Sitäpaitsi on, niinkuin saamme nähdä, joukko nimiä muuttanut paikkaa. Toinen merkillinen seikka on se, että nämä varsinkin arabialaisten nimenantajain mieltä kiinnittäneet tähtikuviot ja -jaksot eivät kaikki meistä näytä edes silmiinpistäväiltä muiden, nimettäjääneiden, rinnalla tai joukossa. Tässä kohdin on tosin syytä arabialaisten puolustukseksi muistuttaa, että joidenkuiden kiintotähtien valovoimakkuus on vuosisatain kuluessa voinut muuttua ja on todistettavasti muuttunutkin, niin että tähtien ryhmitys ja kuvioitus, johon suuri osa nimistöä perustuu, aikoinaan on saattanut olla huomattavissa kohdin erilainen kuin nykyään. Kysymys on vilkkaan pohdinnan alaisena; selvityksen on tietysti

<sup>1</sup> Runoilijoilla olkoon lupa, niinkuin äskenkin ilmestyneessä teoksessa huomaa tapahtuneen, loppusoinnuttaa vaikka *vaaran* ja *Aldebaaran!* — Pahempaa on, jos ammattitieteilijä kuulijakunnalleen esittää nimet väärin. Kuulijakunta tosin vielä tässäkin voi hymähtää ja kuitata asian sillä. Mutta hymähdys ei ole paras mahdollinen tapa kimnota. — Entäs Suomen monien tietosankirjain tietämättömyys tällä alalla!

täytyneet alkaa vanhojen tekstien kriittisellä käsikirjoitusvertailulla, ja ensimmäisenä vuorossa oli itse kreikkalainen *Ptolemaios*, jonka tähtiluettelo, käsittävä 1028 numeroa, ilmestyi saksalais-amerikkalaisena tarkkuuspainoksena v. 1915.

Esitykseni puitteissa on tietysti tyydyttävä puhumaan vain sellaisesta käytännöllisyyteen tähtäävästä nimistöstä, jota nykyajan tähtikarttoihin merkitään. Ainoastaan sivumennen saatamme jossain kohdin lähemminkin viitata vanhan- ja keskiajan ihmisten kukkeaan nimenannolliseen fantasiaan, joka tarjosi niin paljon enemmän kuin mitä oman karun aikamme kartat sietävät.

Ylläsanotusta selviää, että tähtikartoissamme tavattava arabialainen nimistö yleensä vain täydentää aiemmin käytäntöön tullutta klassillista nimistöä, ja että sanottu ryhmä arabialaisperäisiä nimiämme on vain pieni valikoima sitä arabialaista nimistöä, jota keskiajan suuret arabialaiset tähtitieteilijät käyttivät teoksissaan.

Kuinka syntyi tämä arabialaisten nimien eurooppalainen valikoima?

Kysymys on yhteydessä toisen kysymyksen kanssa: mistä johtuu, että karttojemme arabialainen nimistö on kautta koko uuden ajan ollut virheellistä ja on melkein samoissa kohdin virheellistä vielä tänä samana päivänä?

Koko tämä kysymys arabialaisen nimistön erään osan joutumisesta, joskin virheellisenä, eurooppalaisiin tähtitieteellisiin teoksiin ja karttoihin, kohdistuu keskiajan kolmeen viimeiseen vuosisataan. Se muodostaa tähtitieteen historiassa luvun, joka tuntuu toistaiseksi melko lailla puolivalmiilta. Etelä-Eurooppaan se meidät ilmeisesti vie; yhtenä tekijänä on Espanjan (Kastilian ja Leonin) kuningas *Alfonso X oppinut* (†1284) tai oikeammin ovat tekijöinä kuninkaan arabialais-espanjalaiset tiedemieskomiteat, jotka käänsivät tai mukailivat tekstejä enimmäkseen keskiaikuisiksi espanjaksi, osittain myös latinaksi; samoin ja ehkä vielä enemmän vaikuttivat asiain kulkuun eräät hiukan varhaisemmat tai hiukan myöhemmät oppineet, jotka sulakynä kädessä kääntelivät arabialaisia tekstejä latinaksi, kopioivat muitten käännöksiä tai vastaperustettujen kirjapainojen toimistoissa vaivalloisesti korjailivat monin lyhennyksin vaikeutettua ladelmaa, useinkin toisen tai kolmannen tai niin ja niin monennen käden työtä. Siitä ensin virheet, siitä poisjättämissä, siitä kaiken epävarmuudenkin ohella selvästi huomattava suunta nykyistä ikävää asiointilaa kohden. Kääntäjät ja kompilaattorit tunnetaan sängen tarkkaan ja koko tästä kirjallisuudenlajista on julkaistu suurenmoiset bibliografiat viimeksi tällä vuosisadalla (ennen muita mainittakoot kadehdittavat tutkijat *Steinschneider* ja *Suter*); mutta moni bibliografioissa mainittu keskiaikuinen käännös on vielä tutkimatta, vieläpä julkaisemattakin, harvalukuisten käsikirjoitusten tai erittäin harvinaisten varhaispainosten varassa siellä täällä Euroopan eri kirjastoissa. — Oli kuinka oli, jo (myöhäis)humanisti *Iosephus Scaliger* (1540—1609), suuri klassillisten ja myös seemiläisten kielten tuntija, valittaa arabiaista lainattujen tähtinimien toivotonta virheellisyyttä silloisissa teoksissa ja tähtikarttapalloissa. Siis silloin jo! *Scaliger* oikaiseekin joitakuuta nimiä, ja hänen oikaisujaan otettiin varteen; mutta sittenkin on nykyisiin

karttoihimme asti kulkeutunut sellainen määrä samoja hänenaikuisiaan virheitä, että *Scaligerin* työ tuntuu kuin hukkaan menneeltä. Kuvaavana piirteenä oloista 1500-luvun lopulla mainittakoon, että sama *Scaliger*, joka oli professorina Genève'issä ja sittemmin Pariisissa, valittaa mahdottomaksi saada käsiinsä yhtään aitoarabialaista tähtitiedettä, nimenomaan *Albattânin* esitystä alkukielellä tai edes arabiannettua Ptolemaiosta, mistä ottaa nuo monet nimet niiden oikeassa muodossa. Niin harvinaisia olivat silloin vielä Euroopassa kirjat, varsinkin itämaalaiset. (Nykyjään on arabialaisia tähtitieteellisiä tekstejä Helsingissäkin useita — ja valmiina mukavina painoksina rekistereineen kommenttaareineen). *Scaligerillä* oli käytettävänä ainoastaan Turkissa tehty tähtikarttapallo, jonka niukka nimistö oli lievimminkin sanoen kummallista arabiaa, ja lisäksi painettu (siis myöhäinen ja epäluotettava!) Ptolemaios *latinaisena* käännöksenä arabiaasta (siis sivumennen sanoaksemme käännöksen käännöksenä).

Niin suurta arvovaltaa kuin *Scaligerillä* ei liene ollut ainoallakaan tutkijalla seuraavina vuosisatoina. Arabian sanojen suursiivous jäi niin ollen tekemättä. Ja nykyään tietysti ei kukaan enää todenteolla edes ajattele mennä muuttelemaan nimiä, joita sellaisinaan tai lievästi vivahtelevissa muodoissa, pääkohdissa aina yhtä virheellisinä, on käytetty monta sataa vuotta ja jotka siis ovat tavallaan vakiintuneet nykyeurooppalaiseen kielenkäyttöön.

Suhtaudumme siis arabian nimien muodolliseen haaksirikkoon kuin tositapaukseen, jota ei voi auttaa; mutta huomautuksen teemme.

Entäs valikoimakysymys? Siihen on vaikea antaa edes niinkään tyydyttävää vastausta kuin äskeiseen virhekysymykseen. Sen verran saanee sanoa, että suunnilleen noin *Scaligerin* aikoihin asti näyttää ajatellun mahdolliseksi pitää käytännössä kaikki siihenastiset tähtinimet ja että vasta 1600- ja 1700-lukujen suurten tähtikarttojen ja -luetteloiden tekijät (*Bayer*, *Hevel*, *Bode*, y.m.) ovat varsinaisesti karsineet ja valikoineet nimistön suurin piirtein sellaiseksi, mitä nykyajan teoksissa käytetään: siis rinnakkaiskielistä on pantu etusijalle latina, ja arabialaista nimistöä on otettu mukaan etenkin aukkojen täydentämistä varten. Ja tässä huomataan erikoinen, merkillepantava seikka.

Kaukoputkea käyttävä silmä kysyy pisteitä, harvoin kuvioita. Vain yksityinen tähti kerrallaan ja ahdas ala lähintä tähtitaivasta mahtuu havainto- tai mittauskojeiston valokenttään. Ja on kuin näitten kojeitten käytäntöontulo viime vuosisadoilla olisi vaikuttanut tähtinimistön kehitykseen. Nyt tahdotaan pistenimiä. Esimerkki! *Korpin* tähdistön ryhmänimi jää tosin käytäntöön latinaisessa muodossaan *Corvus*, mutta entä sen yksityiset tähdet? entä *δ Corvi*? Sillä ei ollut nimeä. Sensijaan tavataan vanhassa arabialaisessa nimistössä nimi *Algorab*, joka merkitsi aivan samaa kuin *Corvus* ja joka keskiajalla sai kunnian palvella tiedettä saman välkkyvän tähdistön kokonaisuuden niminä, siis lat. *Corvus*-nimen vertaisena. Näin ennen; entäs nykyjään? Tuo arabialainen nimi on nyt hyödyttömäksi käyneen kaksoiskappaleen asemasta

siirretty uuteen tehtävään: se on pantu tästedes merkitsemään tähteä  $\delta$  *Corvi*. Epähistoriallista, mutta kyllä käytännöllistä. Samanlaisia esimerkkejä tavataan allaolevassa luettelossa useita: joukoittain on vanhoja arabialaisia tähdistönnimiä täten virassa alennettu eli oikeammin arvossa ylennetty edustamaan minkä milloinkin tähdistön  $\alpha$ :aa tai jotain muuta päätähteä, joka ennen oli vailla omaa nimeä. Alla annettavassa luettelossani, jossa on ainoastaan nykyistä käytännöllisyyteen tähtäävää nimistöä, ei tietysti ole ollut mahdollista aina selostaa tai edes mainita kaikkia tällaisia nimensiirtoja.

Valikoima on kokonaisuuden tuho. Enimmäkseen paljaan sattuman varassa valikoiva karsinta ja kaikinainen vääristys ovat tehneet, että nykyinen arabialainen osa tähtinimistöä on keskiajan aitoarabialaiseen nimistöön verrattuna samaa kuin maantielle pudonnut, värinsä ja muotonsa menettänyt höyhen on verrattuna elävään lintuun.

Tämä koskee etenkin sitä mielikuvituksen maailmaa, jota nimien merkitys kuvastaa. Se on nimien ehkä viehättävin puoli, historioitsijan silmissä varmasti kaikkein viehättävin. Mutta siitä en aio puhua tässä; aihe olisi tyhjentytön tai veisi ehdottomasti liian pitkälle. Mainittakoon vain, että muinaisarabialaiset nimenantajat, jotka olivat maineettomia telttä- ja laumabeduiineja, ovat mitä hauskimmalla tavalla kansoittaneet laajat alat tähti-taivasta oman erämaansa eläimillä ja esineillä. Monikin tähdistö tai tähti, jolla vielä nykyään suosimmamme kreikkalaisen mytologian mukaisesti on klassillinen nimi, merkityksenä esim. 'Eridanus joki' tai 'jousimiehen' se ja se ruumiinosa tms., on arabialaisella tähtitaivaalla jokin 'suuri kameeli' tai 'strutsi' tai 'purolle (Linnunradalle) juomaan saapuva eläin'; ja onpa pieniä kreikassa enimmäkseen nimettömiä tähtiä (esim.  $\zeta^2 \rho^2 \eta$  Eridani,  $\pi$  Ceti,  $\tau^1 \tau^2 \tau^3 \tau^4 \tau^5$  Eridani), joissa Arabian paimentolainen on nähnyt 'strutsin (hiedassa olevan) pesän' tai 'strutsin munia'. Tällaisen 'nähdyn ja koetun' nimenannon esimerkkejä tavataan niin lukuisia, että *Ludewig Ideler* mainiossa teoksessaan »*Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen. Ein Beytrag zur Geschichte des gestirnten Himmels*» (Berlin, 1809) täyttää lähes parikymmentä sivua esityksellä, jonka otsakkeena on »Über die Gestirne der Araber». Viittaan tässä ja muualla samaan tosin jo vanhentuneeseen, mutta yleisteoksena vieläkin parhaaseen kirjaan, ja siirryn nyt aakkosellisesti luetteloimaan tähdistö- ja tähtinimet, joita nykyään käytetään.<sup>1</sup>

Ääntämismerkintäni on yleensä sama kuin Tietosanakirjan. Vokaalien painon (koron ja keston (pituuden) merkitsen kuitenkin täten:

á = painollinen lyhyt, niinkuin *a* sanassa *kato t. katto*.

â = painollinen pitkä, niinkuin *aa* sanassa *kaato*.

ā = painoton pitkä, niinkuin *aa* sanassa *kotaa*.

<sup>1</sup> Lausun kiitokset taiteilija *Matti Wärénille*, joka on käytettäväkseni koonnut nimistöä nykyaikaisista kartoista ja luetteloista.

**Achernar**,  $\alpha$  Eridani, arab. á k h e r a n n á h r tai á k h e r n á h r, 'loppupää virran'. Harhamuoto: *Acarnar*. Äänne: [ákhernár; ákarnár] (korostamatta keskitävää).

**Akrab**,  $\beta$  Scorpii, arab. a q r á b 'skorpioni'. Alkuaan koko tähdistön nimenä, ja niin jo babylonialaisilla (*A q r a b u*). — Korosta: [ákráb], niinkuin maurilaisessa Espanjassa tai [ákrab], niinkuin klassillisessa arabiasa.

**Alamak**,  $\gamma$  Andromedae, väännös, arab. a l a n á q 'vuohi'. [-ák].

**Albireo**,  $\beta$  Cygni, aiemmin (keskiajan lopulla) nähtävästi *Ab ireo*, latinan pohjalla syntynyt harhamuoto, ktso *Ideler*, s. 75. — Äännettävä kait oikeimmin: [albireo].

**Albotain**,  $\iota \delta \rho$  Arietis, arab. al b o t á i n 'pieni vatsa' (nim. Oinaan), lat. *Ventriculus*. [-táin; -trikulus].

**Alcor**,  $g$  Ursae Maioris, nähtävästi (iältään epä-tietoinen) väännös, vrt. arab. al d z é u n 'pohja', joka alkuaan oli läheisen  $\epsilon$ :n nimi. Arabialaisessa kirjoituksessa *al h o r* ja *al d z é u n* näytävät melkein samalta. Oli nimi mikä oli, korostettava on [-ór].

**Alcyone**,  $\eta$  Tauri, Pleiadeista kirkkain, lat. < kr., mytologinen nimi. Äänne latin. [alký-] (tai [als-]).

**Aldebaran**,  $\alpha$  Tauri, arab. ad de ba r á n tai al de ba r á n, 'seuraavainen'. [-án] (ei: -bá- eikä -dē-; jälkimmäisen korostusvirheen lienee aiheuttanut meillä väärin käsitetty ransk. aksentti, vaikka ranskassa sana *Aldebaran* ääntyy loppukorollisena).

**Alderamin**,  $\alpha$  Cephei, Scalig. *Aderaimin*. Väännös arabiasa, välimuotona »A(l)deraalje-min», arab. a d d e r á ' al j e m i n 'käsi-vasi, se oikeanpuolinen'. [-mín].

**Alfeta**,  $\alpha$  Coronae Borealis, väännös, arab. al f é k k a (merkitys epävarma), välimuotona »alfeca», syynä  $\epsilon$ :n ja  $\epsilon$ :n samankaltaisuus keskiajan eurooppalaisessa kirjoituksessa. Aiemmin koko tähdistön nimenä. [-é].

**Algenib**,  $\alpha$  Persei, arab. al d z é n b 'kylki' (al d z é n i b 'kylki' tavataan myöskin, mutta ei tähdennimenä). Välimuotona »algemb», jonka *m* luettu kuin *ni*. [-dzé-].

**Algenib**,  $\gamma$  Pegasi, väärin luettu, lähtökoh-tana nähtävästi saman tähden aitoarab. nimi al d z é n á h 'siipi'. Kuinka siis äännettävä?

**Algieba**,  $\gamma$  Leonis, arab. al d z é b h a 'otsa'. Aitoarab. nimi tarkoitti tavall. tähtiä  $\eta \gamma \xi$ . Oikeimmin äännettävä [-dzé-ba].

**Algol**,  $\beta$  Persei; saman tähden aitoarab. nimi oli *r á s a l g ó l* 'pää pedon', 'pää hirviön' (kreikkalaisilta saatu Medusan pään idea). [algól]. (»algol» kuuluu melkein samalta kuin kuuluisi saksassa »dástir», p. o. *das Tier*.)

**Algorab** =  $\delta$  Corvi, arab. al g o r á b 'korppi'. Alkujaan koko tähdistön nimenä. [-á].

**Alhajoth**,  $\alpha$  Aurigae, Capella, arab. a l a i j ó q,

merkitys epävarma. Väännöksen aiheutti  $\epsilon$ :n ja  $\epsilon$ :n samankaltaisuus silloisessa eu-roopp. kirjoituksessa sekä  $\alpha$ :n kuulumatto-muus ja horjuva käytäntö Etelä-Euroopassa. [-ó-].

**Alhaka**,  $\lambda \rho^1 \rho^2$  Orionis, arab. al h á q'a, mer-kitys epätietoinen. [-há-].

**Alhena**,  $\gamma$  Geminorum, arab. al h é n'a '(pol-tettu) merkki (kameelin kaulassa)? Aito-arab. nimitys tarkoitti tähtijaksoa, jona oli milloin  $\xi \gamma$ , milloin  $\xi \gamma \mu \eta$ . [-é-].

**Alioth**,  $\epsilon$  Ursae Maioris, toistaiseksi arvoi-tuksellinen harhamuoto, kenties vääntymä saman tähden aitoarab. nimestä, joka vokalisoitiin milloin al d z é u n milloin al d z é u n. Joka tapauksessa korostet-tava [-ó-].

**Alkaid** = *Benetnasch*, arab. al q á i d 'joh-taja'. [-á-].

**Alkalurups**,  $\mu$  Bootis; nimityksen saattoi käytäntöön v. 1600 Hugo Grotius, joka aiemmin käytetyn (joka tapauksessa vir-heellisen) »Incalurus» muodon sijaan kir-joiitti *Alkalaurups*. Sanan osina ovat arab. artikkeli *al-* ja kr. *kaláurups*, joka merkitsee (Booteen) 'paimensauvaa', ja vastaavaan tähtijaksoon se kuuluu-kin. [-ú-].

**Alkes**,  $\alpha$  Crateris, arab. al k é s 'malja'. Alkuaan koko tähdistön nimenä. [-é-].

**Alkileda**,  $\xi \sigma \rho \delta \nu$  Sagittarii, arab. al q i l é d a 'kaulahuivi'. [-é-].

**Almirazgul**, Perseus, väännös arab., h á m i l r á s al g ó l, 'kantava päätä hirviön'. Nimitys palautuu kreikkal. Medusa-taruun. [-gúl].

**Alnidam**,  $\epsilon$  Orionis, arab. annidám tai alnidám 'rivi, helmivyö'. Aitoarab. nimitys tarkoitti samaa »vyötä» kuin *Mintaka*. [-ám].

**Alphard**,  $\alpha$  Hydrae, arab. al f á r d 'yksinäinen'. [-á-].

**Alphirk**,  $\beta$  Cephei, arab. al f é r q eli -f í r q, 'haara'. [-í-].

**Alsadira**,  $\sigma$  Sagittarii, arab. a ç ç á d i r a (fem.) tai a ç ç á d i r (mask.), alkupää myös alçá-, '(juottopaikalta, s. o. Linnunradalta) pa-laava (eläin)'. Aitoarab. nimi tarkoitti ryhmää  $\sigma \xi \rho$ . [-sá-].

**Altair** tai **Atair**,  $\alpha$  Aquilae, arab. att á i r tai alt á i r, 'liitävä'. Aitoarab. nimi annésr att á i r, 'kotka liitämässä' (vrt. *Wega*), tarkoitti tähdistöä kokonai-suudessaan. [-áir], ei »átair» eikä »áltair».

**Andromeda**, genit. *Andromedae*, lat. < kr. *A n d r o m é d á*, tarunomainen sankarit-aren nimi. Äänne lat. [-dró-].

**Antares**,  $\alpha$  Scorpii, lat. < kr. *A n t á r e s*, 'vasta-Ares', 'sijais-Ares', 'Aresta l. Mar-sista-käypä'. Sijaisuus eli kaltaisuus on kummankin punervassa värissä. — Äänne lat. kuin suom.

**Apotome**,  $\zeta \sigma \theta$  Tauri, kr. a p o t o m é 'leik-kauslinja'. Tähtinimi käytännössä myös

arabiaksi (*Qat'at ad-Daur*) ja latinaksi (*Excisio* tai *Sectio Tauri* jne.). Äänä lat. [apótomä].  
**Aquarius**, genit. *Aquarii*, lat., 'vesimies'. [akuá-].  
**Aquila**, genit. *Aquilae*, lat., 'kotka'. [ák-].  
**Arcturus**,  $\alpha$  Bootis, lat. < kr. *Arktúros* 'karhunvartija'. Nimitys tarkoitti aiemmin koko Bootesta. Äänä lat. [ark-túrús].  
**Aries**, genit. *Arietis*, lat., 'oinas'. [ár-, arietis].  
**Arneb**,  $\alpha$  Leporis, arab. árneb tai arnéb, 'jänis'. Alkuaan koko tähdistön nimenä.  
**Asterion**, toinen *Canis Venaticus*, lat. < kr. *Asteriōn*, miehennimi. Äänä lat. [-é-].  
**Asterope**, tähti Pleiadein sikermässä, lat. < kr. *Asterópē* ('säihky'), tarunomainen tyttönnimi. Äänä lat. [asté-].  
**Atlas**, tähti Pleiadein sikermässä, lat. < kr., tarun jättiläisen, Pleiadien isän nimi. Äänä kuin suom.  
**Auriga**, genit. *Aurigae*, lat., 'ajuri'. [-i-].  
**Azulfage**,  $\pi^2$  Cygni, hämähäperäinen ja myöhäinen (1603, Bayer, käyttäjä muotoa *Azulfage*) väännös arabiasta, josta ei vielä liene hyväksyttävää selvitystä. Vrt. Ideler 308.  
**Baten Kaitos**,  $\zeta$  Ceti, arab. batn Qáitos 'vatsa valaan'; vrt. *Cetus*. — [báten kái-].  
**Bellatrix**,  $\gamma$  Orionis, lat., 'sotijatar', jo Alfonso X:n latinankielisissä tauluissa (mutta ei hänen espanjankielisessä tähtitieteessä) tavattava käännös saman tähden aitoarabialaisesta nimestä *nēdzid* 'voittoa'. [-á-].  
**Benetnasch**,  $\eta$  Ursae Maioris, arab. benēt nāš 'tyttäret Naschin'. Aitoarabialaisessa tähtitieteessä nimitys B. tarkoitti osaksi kummankin Otavan seitsemää päättähteä yhteensä, osittain ja nähtävästi alkujaan niitä kolmea yhteensä, jotka eivät kuulu vinoneliöön. Nāš oli tuon vinoneliön nimitys ja merkisi 'ruumispaaria'; 'tyttäret' lienee seemiläisen kielenkäytön mukaisesti käsitettävä 'itki-jättäriksi (parin ääressä)'. [-nāsch].  
**Betelgeuze**,  $\alpha$  Orionis, rinnallaan myöskin tavattava väännös *Beteiguse*, arab. bāt aldzéuzē 'kainalo Orionin'. (Saman tähden tavallisin aitoarab. nimitys kuuluu *menkib aldzéuzē* aljemini 'olkapää Orionin, se oikeanpuolinen'). — Äänä: [-dzéuzē] (älä suinkaan ranskalaisittain -žōz).  
**Bootes**, genit. *Bootis*, lat. < kr. *boōtēs* 'härkäpaimen' tai 'härällä kyntäjä'. Muinaiset arabialaiset ovat lukeneet tämän kreikan sanan väärin, ikäänkuin se kuuluisi *boātēs*, joka merk. 'huutajaa'; tähän erehdykseen palautuu Booteksen arab. nimi *Açcaijáh*, 'huutaja', josta taas arabiaksi käännetyn *Ptolemaioksen* lati-

nantajat tekivät uuden latinaisen nimen: *Vociferans*. [boō-].  
**Camelopardalis**, genit. *samoins*, lat. < kr. *kamēlopárdalis* 'kirahvi'. Sana liitetty tähtinimistöön vasta v. 1624. Äänä niinkuin kr. (älä: -dälis).  
**Cancer**, genit. *Canceri*, lat., 'krapu'. [kájker] (tai [kánser]), genit. [kájkrí].  
**Canes venatici**, genit. *Canum venaticorum*, lat., 'metsästyskoirat'. Tähtinimistöön vasta v. 1690. [kán-venáti-], genit. [...-órum].  
**Canis Maior**, genit. *Canis Maioris*, lat., 'koira, suurempi', 'iso koira'. [kánis máijor], [k. máijóris].  
**Canis Minor**, genit. *Canis Minoris*, lat., 'koira pienempi', 'pieni koira'. [k. minor, k. minóris].  
**Canopus**,  $\alpha$  Carinae lat. < kr. *Kánōbos*, merkitys ja alkukielikin epävarma. — Äänä latin. [-opus].  
**Capella**,  $\alpha$  Aurigae, lat., 'vuohi'. [-é-].  
**Caph**,  $\beta$  Cassiopeiae, arab. keff (eli kaff), 'kämment'. Aitoarabialaiset näkivät (nykyisen) Cassiopeian päätähdistä 'värjätyn käden': *alkéff alkhadib*. Nykyinen nimi on tämän näkemyksen surkastunut jäännös. [kaff].  
**Capricornus**, genit. *Capricorni*, lat., 'kauris'. [-ór-].  
**Cassiopeia**, genit. *-e(i)ae*, lat. < kr. *Kassiōpeia*, tarusankarittaren nimi. — Äänä lat. [-pēa] tai [-pēija], [-pēā] t. [-pēij].  
**Castor**,  $\alpha$  Geminorum, lat. < kr. *Kástōr*, mytologinen nimi.  
**Celaeno**, tähti Pleiadien sikermässä, lat. < kr. *Kelainō* ('tummatar'), tarunomainen tyttönnimi. Äänä lat. [kelēnō] (tai [selē-]).  
**Celbalrai**,  $\beta$  Ophiuchi, arab. kelb alrái 'koira paimenen'. [kélbalrái].  
**Centaurus**, genit. *Centauri*, latin. < kr. *Kéntauros* 'kentauri'. — Äänä lat. [kentaúrus] (tai [sent-]), [-i].  
**Cepheus**, genit. *Cephei*, lat., < kr. *Kēphéys*, tarusankarin nimi. — Äänä lat. [kéfeus] (t. [séfeus]), genit. [-ei].  
**Cetus**, genit. *Ceti*, lat. < kr. *kētōs* 'valas'. Kr. > arab. *qáitos*, joka vieläkin tavataan nimessä *Deneb Kaitos*, ktso tätä. — Äänä lat. [kētus] (tai [sētus]), [-ētí].  
**Chara**, eteläinen *Canis Venaticus*, lat. < kr. *khara*, 'ilo'. Tähtinimistöön vasta 1690. Äänä lat. [kára].  
**Coma (Berenices)**, genit. *Comae (B.)*, lat. < kr. *kómē Bereníkēs*, 'Bereniken tukka'. Äänä lat. [kóma bereníkēs] (tai [k. -isēs]).  
**Cor Caroli II**,  $\alpha$  (12) *Canum Venaticorum*, lat., 'Kaarle II:n sydän'. Myöhäisperäisen nimen alkuperä on epäselvä. [kór ká-].  
**Corona Borealis**, genit. *Coronae B.*, lat. 'kruunu pohjoinen', 'Pohjan kruunu'. [kórō- boreá-].

**Corvus**, genit. *Corvi*, lat., 'korppi'. [kór-, [-vi-].  
**Cygnus**, genit. *Cygni*, lat. < kr. *kýknos* 'joutsen'. — Äänä lat. [kygnus] tai [sy-], [-ni].  
**Delphinus**, genit. *Delphini*, lat. < kr. *dēlphīs*. Äänä lat. [-ínus, -ín-].  
**Deneb**,  $\alpha$  Cygni, arab. *dēnēb* *addidzēdzā*, 'pyrstö kanan'. (Kanaksi sanoivat arabialaiset joutsenta). [denéb] tai (klassill. arabian korostus:) [dēneb]. (Ei: *sdēneb*).  
**Deneb Algedi**,  $\gamma$  Capricorni, arab. *dēnēb aldzédj*, 'häntä kauriin'. [denēbaldzédj].  
**Deneb Kaitos**,  $\beta$  Ceti, arab. *dēnēb qáitos*, 'pyrstö valaan'. Vrt. *Cetus*. [denéb] tai [dēneb káitos].  
**Denebola**,  $\beta$  Reguli. Nimi on lajissaan hämmästyttävä 'vahinkomuoto', tyypistymä arabiasta. Merkitys on joka tapauksessa: 'jalopeuran häntä'. Espanjan arabiankielessä tämä sanottiin näin: *dēnēb aláséd*, klassillisessa arabiasa taas näin: *dēneb ulásed*. Jälkimmäiseen palautuu *Denebola*, mutta siten, että jalo-peuraa merkitsevän *ased* sanan koko loppupää on hävinnyt — ehkä on joku ollut näkevinään siinä lat. *sed* sanan ja siis luullut nimen loppuvan jo a:han. Vielä Scaliger (1500-luvun lopulla) mainitsee ainoastaan täyden nimen *Denebelasits*. Vrt. myös *Nebolasid!* (Aitoarabialaisessa tähtitieteessä ei käytetty tätä, vaan useita muita  $\beta$ :n nimiä, mm. *Aççárfá*). — Kuinka äännettävä? Kenties parhaiten [denebolá] tai [-á].  
**Draco**, genit. *Draconis*, lat. < kr., 'lohi-käärme'. Äänä lat. [drákō, drakónis].  
**Dubhe**,  $\alpha$  Ursae Maioris, nimen tyypistymä ja väännös, palautuva arab. sanaan *dubb* 'karhu'. Aitoarab. tähtitieteessä esiintyvä täysi nimi kuuluu: *dahr addúb* 'selkä karhun'. H-kirjain kenties edustaa väärin luettua toista b:ta. Ehdotan äännettäväksi: [dubbe].  
**Electra**, tähti Pleiadien sikermässä, lat. < kr. *Eelēktērā*, tarunomainen tyttönnimi. Äänä näin.  
**Enif**,  $\epsilon$  Pegasi, arab. *en falfarás* 'kuono hevonen'. [é-].  
**Equuleus**, genit. *-lei*, lat., 'pikku hevonen'. [ekúleus] tai [ekwúleus], genit. [-úlei].  
**Eridanus**, genit. *Eridani*, lat. < kr. *Eeridānōs*, tarunomaisen virran nimi. Äänä lat. [eridanus, -i] (ei: -ri- eikä -dā-).  
**Etamin**,  $\gamma$  Draconis, väännös, arab. *ettinnin* (myös *ettannin*) 'merihirviö'. Alkujaan koko tähdistön nimenä. [-in].  
**Fomalhaut**,  $\alpha$  Piscis Austrini, arab. *fum alhót aldzēnūbi*, 'suu kalan eteläisen'. [fómaháut].  
**Gedi**,  $\alpha$  Capricorni, arab. *dzedj* 'kauris'. Alkujaan koko tähdistön nimenä. [dzé-].  
**Gemini**, genit. *Geminorum*, lat., 'kaksoiset'. [gémini, geminórum].

**Gemma**,  $\alpha$  Coronae Borealis, lat. *gemma* 'jalokivi'.  
**Genah**,  $\epsilon$  Cygni, arab. *dženáh* 'siipi'.  
**Gomeiza**,  $\beta$  Canis Minoris, arab. *goméičā* 'tihrusilmäinen'. Aitoarab. nimi tarkoitti  $\alpha$  tähteä. [-méisa].  
**Haedi**,  $\zeta$  ja  $\eta$  Aurigae, lat., 'vohlat' [hédi].  
**Hamel**,  $\alpha$  Arietis, arab. *hamél* tai *hámel*, 'oinas'. Alkujaan koko tähdistön nimenä.  
**Hercules**, genit. *Herculis*, lat. < kr., tarusankarin nimi. Äänä lat. [hérkulēs, -is].  
**Hyades** 'Hyadit', Aldebaranista itään ja siten luoteiseen päin piirtyvän V-kuvion tähdet. Lat. < kr. *hyádes* 'satehiset', 'sateentuojattaret'. Äänä lat. [hyádes].  
**Kaus**,  $\epsilon\delta\lambda$  Sagittarii, arab. *qáus* 'jousi'. [-á-].  
**Kochab**,  $\beta$  Ursae Minoris. Nimi muuttanut esinettä, aitoarab. *káukab aššēmēli* 'tähti pohjoinen', tarkoitti Pohjantähteä. [kókab].  
**Lacerta**, genit. *Lacertae*, latin., 'sisilisko'. Tähtinimistöön vasta 1690. [lakérta] tai [-sérta] [-értä].  
**Leo**, genit. *Leonis*, lat., 'jalopeura, leijona'. [léo, leónis].  
**Lepus**, genit. *Leporis*, lat., 'jänis'. [lépus, léporis].  
**Libra**, genit. *Librae*, lat. 'vaaka'. [-f-].  
**Lynx**, genit. *Lynxis*, latin. < kr. *Lynks*, 'ilves'. Tähtinimistöön vasta 1690. Äänä kuin suom. lynks, lynkis (tai lynsis).  
**Lyra**, genit. *Lyræ*, latin. < kr. *lýrā* 'lyyry'. Äänä y lyhyenä.  
**Maia**, tähti Pleiadien sikermässä, lat. < kr. *Máia*, tarunomainen tyttönnimi. Äänä kuin suom.  
**Malphelcarre**,  $\alpha$  Coronae Borealis, jonkin arab. nimen väännös, toistaiseksi arvoitus. Selitysyriityksiä: Ideler 305.  
**Marfic**,  $\kappa$  Herculis,  $\lambda$  Ophiuchi, arab. *marfiq* 'kyyräspää'.  
**Markab**,  $\alpha$  Pegasi, arab. *markab* 'satula'.  
**Matar ktso Sad Matar**.  
**Megrez**,  $\delta$  Ursae Maioris, arab. *magrez* 'kiinnityskohta' (hännän, muuhun Karhun ruumiiseen).  
**Menkalinan**,  $\beta$  Aurigae, väännös, arab. *menkeb* (t. *menkab*) *dil'inán*, 'olkapää ohjapiitävän (= ajurin)'. [-nán].  
**Menkar**,  $\alpha$  Ceti, arab. *menkhar*, 'nenä, turpa'.  
**Merak**,  $\beta$  Ursae Maioris, arab. *marâqq* 'kuve'. [-á-].  
**Merga**,  $h$  Bootis, lat., 'heinähanko'. Tähtinimistöön vasta sen jälkeen, kun oli käsitetty väärin eräs kohta Hugo Grotiusta (1600).  
**Merope**, tähti Pleiadien sikermässä, lat. < kr. *Merópē*, tarunomainen tyttönnimi. Äänä lat. [mé-].  
**Mesarthim**, nyk.  $\gamma$  Arietis, Bayerin (1603) tekaisema harhamuoto, hebr. *mēšar-*

- im 'palvelijat'. Pohjalla piilee käsittämättä jäänyt aitoarab. tähtinimi *aššaratáin* 'merkit (joiden kohdalta uusi vuosi alkoi)'; tämä nimi tarkoitti tähtiä *βγ*. [-im].
- Mintaka**, *δ* Orionis, arab. *mintaqā* 'vyö'. Aitoarab. nimi tarkoitti koko vyötä *deš*.
- Mira**, *o* Ceti, lat., 'ihmeellinen'. Tähtinimistöön vasta jälkeen v:n 1596, jolloin tähden valon epätasaisuus huomattiin. [-i].
- Mirach**, *β* Andromedae, arab. sama sana kuin *Merak* (ktso tätä).
- Mirzam**, *β* Canis Maioris, arab. *mirzam* tai *merzem*, merkitys epävarma.
- Mizar**, *ζ* Ursae Maioris, arab. *mizar* 'verho, vyöliina'. Tarkoitti aitoarab. nimistöissä aivan toista esinettä (*βuv* Andromedae). Aiempi nimi oli *Merak* (ktso tätä), josta *Mizar* tässä on Scaligerin väärän tulkinnan synnyttämä väännös. [m'zar].
- Monoceros**, genit. *Monocerotis*, lat. < kr. *monokérōs*, 'yksisarvinen'. Äännä lat. [monókerōs] t. [monóserōs] genit. [-rōtis].
- Muphrid**, *η* Bootis, arab. *mufrad* 'eristetty'. Arab. kirjoitettiin vokaaleitta, siis *mfrd*, jonka joku eurooppalainen on lukenut väärin.
- Nebolasit**, *β* Leonis, Bayerin jälkeen toisinaan esiintyvä toinenkin väännös arab. nimeä *denēb alased*, vrt. *Denebola*. Oikean muodon *denēbolased* t. *asit* alkutavun *de* on kadonnut kenties siitä syystä, että joku on erehtynyt jakamaan näin: *de nebolasit*, jossa *de* muka oli latin. tai ranskan prepositio *de*. [-ásit].
- Nodus**, *α* Piscium, lat., 'solmu' (jossa tähtinauhat *οπηρ*... ja *ξνμζεδ*... yhtyvät). [nō-].
- Ophiuchus**, genit. *Ophiuchi*, lat. < kr. *Ophiúkhos*, 'käärmeenpitelijä'. Äännä lat. [ofiú-].
- Orion**, genit. *Orionis*, lat. < kr. *ōriōn*, tarusankarin nimi. — Äännä lat. [oriōn, oriōnis].
- Pegasus**, genit. *Pegasi*, latin. < kr. *Pégasos*, tarun ratsun nimi. Äännä lat. -ē (älä missään nimessä -ā).
- Perseus**, genit. *Persei*, latin. < kr. *Perseús*, tarusankarin nimi. Äännä latin. [pér-].
- Phachd**, *γ* Ursae Maioris, arab. *fakhð* 'reisi'. Äännä tämän mukaisesti tai [fakð].
- Phekda**, *γ* Ursae Maioris, väännös, ktso *Phachd*.
- Pisces**, genit. *Piscium*, lat., 'kalat'. [piskēs, piskium] t. [piššēs, -ium].
- Pleiades**, tunnettu Seulasten sikermä, lat. < kr. *Pleíades* (tai *Plē-*), merkitys epävarma. Äännä lat. [pléia-].
- Pleione**, tähti Pleiadein sikermässä, lat. < kr. *Pleiónē*, tarunomainen nimi (Okeanon tyttären, Atlaan puolison, Pleiadien äidin). Äännä lat. [pléionē].

- Polaris**, *α* Ursae Minoris, latin., 'napatähti'. Nimitys tässä muodossa myöhäisperäinen. [-ā-].
- Pollux**, *β* Geminorum, latin., mytologinen nimi.
- Procyon**, *α* Canis Minoris, lat. < kr. *Prokýōn*, 'sijaiskoira', ikäänkuin '(Suuri) Koira n:o 2'. Äännä lat. [prókyōn] t. [pros-].
- Puppis**, genit. samoin, latin., 'peräkeula'.
- Pyxis**, genit. *Pyridis*, lat. < kr. *pyksís*, 'rasia', tässä 'kompassi'. Tähtinimistöön vasta 1752. Äännä lat. [pý-].
- Ras-algethi**, *α* Herculis, arab. *rās aldzēθi*, 'pää sen polvistuneen'. [rāsaldzēθi].
- Ras alhague**, *α* Ophiuchi, arab. *rās alhauwē* (korostus epävarma), 'pää käärmeenkesyttäjän'. Parasta lienee korostaa [alhā-]; [u] äännettävä mukaan.
- Regulus**, *α* Leonis, lat., 'pikkukuningas'. [rē-].
- Rigel**, *β* Orionis, arab. *ridzil* 'jalka'. [ridzil] (tai Egyptin arabian mukaisesti: [rigel]).
- Rucba**, *θ* Ursae Maioris, *δ* Cassiopeiae, arab. *rókba* tai *rúkba*, 'polvi'.
- Saclateni**, *ζ* Aurigae, selvittämätön väännös arabiaasta v:ltä 1492; kuului v. 1483 ilmestyneessä sangen erilaisessa 1. painoksessa samaa teosta *Sadaton*. Vrt. Ideler, 94.
- Sad el Dabih**, *β* Capricorni, arab. *sa'd eddēbih* t. *eldēbih*, *eldābih*, 'onni teurastajan'. Aitoarab. nimi tarkoitti useita tähtiä. [-dā-].
- Sad el Mulk**, *α* Aquarii, arab. *sa'd elmúlk* 'onni kuninkuuden'. Myös käyt. nimi *Sad el Melik* 'onni kuninkaan'. Aitoarab. nimi tark. tähtiä *ao*. [mélik].
- Sad el Suud**, *β* Aquarii, arab. *sa'd esso'ūd* t. *s. elsu'ūd*, 'onni onnien'. Aitoarab. nimi tark. useita lähitähtiä. Samaa kuviota tarkoittaa Dante puhuesaan (Kiirast., XIX, alussa) 'suuren onnen merkistä'. [suūd].
- Sad Matar**, *η* Pegasi, arab. *sa'd matár* 'onni sateen'. (aitoarab. *η* ja *o* yhteensä).
- Sagitta**, genit. *Sagittae*, lat., 'nuoli'. [-i-].
- Sagittarius**, genit. *Sagittarii*, lat., 'jousimies'. [-ittä-].
- Schaula**, *λ* Scorpii, arab. *šéula* 'pyrstön pistin'. Aitoarab. *šéulat alaqráb* tarkoitti tähtiä *λν*. [-áu-].
- Scheat**, *β* Pegasi, väännös arabiaasta ja väärä sijoitus. Muodon puolesta lähinnä vastaava on aitoarab. *sa'd onni*, joka alkuosana kuului useisiin monisanaisiin tähtinimiin Pegasuksessa, Vesimiehessä ja Kauriissa. Sijoituksen puolesta lähin näistä on *Sad Matar*; ktso tätä. — Äännä ainakin -ea- lyhyesti.
- Scheat**, *δ* Aquarii, toinen väännös arabiaasta. Kun *c* ja *t* saattoivat silloisessa eurooppal. kirjoituksessa vaihtua, on lähtökohdana luultavasti aitoar. *sāq 'säari*, joka

- tarkoitti juuri *δ* tähteä. — Äännettävä on tämän mukaan -ā-.
- Schedir**, *α* Cassiopeiae, väännös, arab. *çad r'rinta*. Scaliger yritti oikaista (*«Seders»*), mutta *Sch-* jäi käytäntöön. Kuinka äännettävä? Ainakaan ei saa i:tä korostaa.
- Scheliak**, *β* Lyrae, arab. *šuljāqa*, merk. mahd. 'kilpikonna'. Alkujaan koko tähdistön nimenä. [-lják].
- Scorpius**, genit. *Scorpii*, lat., < kr. 'skorpioni'. [skórp-].
- Scutum** (*Sobiescii*), genit. *Scuti* (*S.*), lat., '[Sobieskin] kilpi'. Tähtinimeksi vasta 1690. [skü-].
- Serpens**, genit. *Serpentis*, lat., 'käärme', Ophiuchuksen pitelemä 'matelija'. Genit. [-péntis].
- Sextans**, genit. *Sextantis*, lat., 'sekstantti', Hevelin v. 1658—1679 käyttämän kojeen muistoksi muodostetun kuvion nimi. [sékstans, -tántis].
- Sirius**, *α* Canis Maioris, lat. < kr. *Séirios*; merkitys epävarma. [srius].
- Sirrah**, *δ* Pegasi = *α* Andromedae, väännös, arab. *sórra*, 'napa' (aitoarab. *sórrat alfarás* 'napa hevosen'). Aitoarab. teksteissä kirjoitettiin *srrt*, siis ilman vokaaleja; eurooppalainen, joka ei osannut arabiaa riittävästi, luki väärin: *sirr-*.
- Situla**, *κ* Aquarii, lat., 'ämpäri, sanko'. [-i-].
- Spica**, *α* Virginis, lat., 'tähtä'. [-ika-].
- Sulaphat**, *γ* Lyrae, arab. *sulhafét*, 'kilpikonna'. Aitoarab. tähdistön nimi, saman kuin *Scheliak*. [-fät].
- Taurus**, genit. *Tauri*, lat., 'härkä'.
- Taygete**, 2 tähteä Pleiadein sikermässä, lat.

- < kr. *Taygētē*, tarunomainen tytön nimi. Äännä lat. [-y-].
- Thuban**, *α* Draconis, arab. *θo'bān*, jonkin 'paksun käärmeen' nimitys. Tarkoitannut alkujaan koko tähdistöä. [-ān].
- Triangulum**, genit. -i, lat., 'kolmio'. [-iá-].
- Unuk** tai **Unuk alhaya**, *α* Serpentis, arab. *o n q* (tai *u n q*) *alhāia*, 'niska matelijan'; tarkoitti alkuaan tähteä *δ*. [ún-].
- Ursa Maior**, genit. *Ursae Maioris*, lat., 'karhu, isompi', 'iso karhu' (iso Otava). [u. májor-, u. majōris].
- Ursa Minor**, genit. -ae -noris, lat., 'karhu, pienempi', 'vähä karhu' (vähä Otava). [u. mí-, u. minōris].
- Wega** (tai **Vega**), *α* Lyrae, arab. *alwāqē* 'syöksyvä'. Aitoarab. nimi tarkoitti koko tähdistöä ja kuului *annésralwāqē* 'korpikkotka syöksyssä'. *Wega* muodon historia ei ole selvä. [-ē-].
- Vindemiatrix**, *ε* Virginis, lat., 'viininkorjajatar'. Vastaava kr. nimi (Ptolemaios) kuului: *Protrygētēr* 'viininkorjuun ennustaja'. [-ā-], eli tarkemmin: [vindēmiatr'ks].
- Virgo**, genit. *Virginis*, lat., 'neitsyt'. [virgō, virginis].
- Zuben-el-akrab**, *γ* Librae, arab. *zuben elaqráb*, 'saksi skorpionin'. Babylonialaisilla tavataan jo *zuben* sanaa vastaava nimitys *Zibanitu*. [-bēn, -ráb].
- Zuben-el-genubi** (tai *-dschenubi*), *α* Librae, arab. *zuben aldzēnūbi* '(skorpionin) saksi, eteläinen'. [-bēn eldzēnūbi].
- Zuben-el-schemali**, *β* Librae, arab. *zuben elšēmēli* '(skorpionin) saksi, pohjoisen'. [-bēn -ā-].

## OVATKO MARSIN KANAVAT TODELLISIA?

Kirj. Ilmari Bonsdorff.

Nykyaikaiselle tähtitieteelle tulee antaa tunnustus siitä, että se on mielikuvituksesta verrattain vapaa, ehkäpä enemmänkin, kuin tutkimusalan laadusta päättäen voisi odottaa. Oppineet tutkivat taivaan ilmiöitä reaalisten havaintotulosten ja matemaattisten tosiasioiden pohjalla, koettaen välttää mielikuvituksen tuotteita. Se aika, jolloin tähtientutkijan paras tutkimusväline oli rikas mielikuvitus, lie jo aikoja sitten sivuutettu. Tieteellisten tutkimusten kannalta on tämä merkittävä edistysaskeleksi, sillä niin pian kuin mielikuvituksella on tutkimuksessa osansa, tullaan helposti piintyneihin ennakkoluuloihin, joista vapautuminen vaatii usein suuriakin ponnistuksia.

Se tähtitieteen tutkimusala, jolla mielikuvituksen tuotteet ovat eniten piintyneet ja objektivista tutkimusta eniten jarruttaneet, kohdistunee aurinkokuntaan ja ennen kaikkea naapuriplaneettaamme Marsiin. Onkin aivan luonnollista, että kysymys järkevien olentojen olemassaolosta maapallon ulkopuolella on kaikkina aikoina herättänyt mielenkiintoa, ja silloinhan ennen kaikkea huomio on kääntynyt siihen taivaankappaleeseen, jolla voimme ajatella järkävän olennon esiintymisen todenmukaisimmaksi, nim. Mars-planeettaan.

Edelläsanoitu on otettava huomioon, kun arvostellaan varsin piintynyttä, myös osaksi tiedemiesten jakamaa ennakkoluuloista käsitystä Marsista ja sen kanavista.

Noin 50 vuotta sitten mainitsee ensi kerran Marsin kanavat milanolainen *Schiaparelli*. Hän havaitsi kuten jo useat edeltäjänsä, Marsin pinnalla suuren joukon vaaleampia ja tummempia muodostuksia, joille hän antoi maapallolta lainattuja nimityksiä. Hänen piirtämällään kartalla esiintyy nimityksiä isola, penisola, lacus, canale j. n. e. *Schiaparelli* ei tällä kuitenkaan mitenkään tahtonut väittää, että oli kysymyksessä tosiaan saaret, niemimaat, järvet tai kanavat, vaan käytti hän systematiikan vuoksi näitä maapallolta lainattuja nimityksiä. Kun tummempia kohtia Marsin pinnalla nimitetään meriksi ja vaaleampia mantereiksi, näkyy *Schiaparellin* kartasta, että kanavat yleensä kulkevat kahden meren välillä. Useampaan vuoteen ei kukaan muu havaitsija voinut Marsilla huomata mitään kanavia, jotavastoin *Schiaparelli* vuosi vuodelta uusista havainnoista lisäsi niiden lukumäärää, ja huomasi myös pian, että

## Ovatko Marsin kanavat todellisia?

31

useat kanavista näyttivät kaksinkertaistuneilta. Joidenkuiden vuosien kuluttua alkoivat muutkin tiedemiehet erottaa jälkiä noista kanavista. Vuonna 1879 huomasi *Terby* jonkin kanavan, ja 1881 voitiin niitä havaita Greenwichissä.

Sittemmin ovat useat tiedemiehet Marsin pinnalla pyrkineet toteamaan kanavia, mutta on myönnettävä, että tulokset ovat erinomaisen sekavia. Useat ovat selvästi nähneet noita kanavia, mutta hyvin erilaisina, ja toiset eivät ole parhaallakaan tahdolla voineet ollenkaan niitä nähdä. Tuntuu siltä kuin kaikki tehdyt piirustukset olisivat subjektiivisia. Esimerkkeinä tästä mainittakoon kaksi piirustusta, jotka on tehty samanaikaisesti samassa observatoriossa. Piirustukset, jotka esittävät Lacus solis-kohtaa Marsilla, valmistivat samana päivänä elokuussa 1892 *Campbell* ja *Hussey* Lick-observatoriossa mitä edullisimmissa olosuhteissa. Siitä huolimatta näyttävät ne hyvinkin erilaisilta.

Astronomi *Lowell* Flagstaff-observatoriossa näki Marsilla erittäin paljon kanavia, ja osan niistä kaksinkertaisina, mutta hänen ja *Schiaparellin* piirtämät kartat ainoastaan suurin piirtein sopivat yhteen. Sitä vastoin ei *Barnard* Lick-observatoriossa, käyttäessään silloista maailman suurinta teleskooppia, voinut huomata muuta kuin osan niistä yksityiskohdista, jotka näkyvät sekä *Schiaparellin* että *Lowellin* kartoilla.

Näyttää olevan yleisenä sääntönä, että kanavia näkyy vähemmän suurilla kaukoputkilla katsottaessa kuin pienemmällä kaukoputkilla. Tämä omituinen seikka panee vahvasti epäilemään, että kysymyksessä ei olekaan mikään reaalinen ilmiö Marsin pinnalla, vaan puhtaasti fysiologinen näköhäiriö, joka johtuu siitä, että niin sanotut kanavat ovat siksi heikkoja ilmiöitä, että ne ovat silmän näkökyvyn rajoilla. Tottumaton havaitsija Marsia tarkastaessaan ei siinä yleensä erota jälkiäkään kanavista; vaaditaan pitempi harjautuminen, ennenkuin joku kanava alkaa silmään hämmöittää.

Jos siis suoraan katsomalla ei varmasti voida ratkaista, ovatko kanavat todellisia tai vain näköhäiriöitä, voisi luulla, että valokuvaus antaa kysymyksen vastauksen. Kuitenkaan ei tähän mennessä ole voitu varmaan ratkaista edes kysymystä, näkyvätkö kanavat Marsin valokuvilla.

*Lowell* aikaansai kyllä 1907 pienen, sangen tarkan valokuvan Marsista, jolla muutamat kanavat näkyivät. Sitä vastoin 1924 Marsista, sen ollessa erittäin edullisessa asemassa, otetuissa valokuvissa ei näy kanavista jälkiäkään.

Edellisessä olen lyhyesti esittänyt, mitä havaintoja Marsin kanavista on tehty. Siirryn nyt esittämään eri hypoteeseja niiden todellisesta luonteesta. Alan ensimmäisestä, kohta *Schiaparellin* keksinnön jälkeen varsin levinneestä otaksumasta, että kanavat ovat järjellisten olentojen rakentamia. Ei pidä luulla, että tämä otaksuma olisi kannunvalajien kynästä lähtenyt. Kyllä sitä ovat kannattaneet, ja ehkä vieläkin kannattavat, myös jotkut arvovaltaiset tiedemiehet. Esitän tässä lyhyen kuvauksen jo mainitsemani Mars-tutkijan *Lowellin* teoksesta.

Marsin pinta on tasaista, koska Mars on Maata pienempi ja sen pintaa mullistavat luonnonvoimat siitä syystä ovat olleet heikommat kuin suuremmalla

Maapallolla. Myös on Mars Maata vanhempi, joten ilman ja veden vaikuttama pinnan tasoitus on pitemmälle edistynyt.

Marsin ilmakehä on harva ja vesihöyrypitoisuus siinä suhteellisen pieni. Tämä on kyllä havainnoilla, etenkin spektroskooppisilla, todettu tosiasia, ja riippunee osaksi siitä, että osa Marsin ilmakehässä olevasta vesihöyrystä aikojen kuluessa on hävinnyt osaksi avaruuteen, osaksi planeetan kuoreen.

Marsin pinnalla olevat tummemmat, harmahtavat alueet, joita *Schiaparelli* nimittää meriksi, eivät ole varsinaisia veden peittämiä alueita, vaan kasvullisuusalueita. Vaaleammat, kellertävät osat sitävastoin ovat hieta-aavikoita.

Ilmassa oleva vesihöyry laskeutuu talvella lumena napaseuduille, jossa se keväällä sulaa ja virtaa päiväntasaajaa kohden. Sitä myöten kuin vesi ennätää saapua määrätyleveysasteelle, alkaa vihannuus, ja väri muuttuu kellertävästä harmahtavaan. *Lowell* väittääkin tehneensä Marsin pinnalla vastavia huomioita.

Vesi on kuitenkin vähissä, ja niinmuodoin ovat asukkaat pakoitettut käyttämään sitä hyväkseen parhaimman mukaan, ja tämä tapahtuu johtamalla sitä viljelysalueille. Se mitä me näemme juovina, siis Marsin kanavina, on kasvullisuusaluetta, joka syntyy pitkien vesijohtolaitteiden ympärille ja voi olla useita kymmeniä km. leveää.

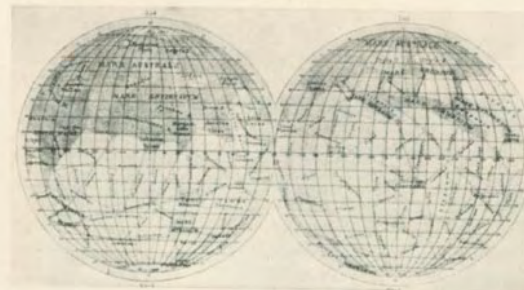
Täten on selitettävissä, että nämä kanavat yleensä pyrkivät kulkemaan navoilta päiväntasaajaa kohden.

Tämä ainoastaan *Lowellin* mielenkiintoisesta ja kauniista esityksestä.

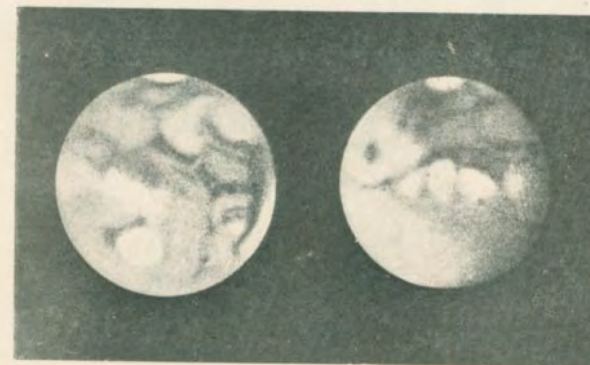
Tahdon kohta tämän vastakohtana esittää toisen, aivan uudenaikaisen Marsin ilmiöiden selityksen. Tämä selitys ilmestyi vasta vuonna 1922, ja on sen tekijä eräs sveitsiläinen *Baumann*. Jo se, että tämä esitys on julkaistu *Astr. Nachrichtenissa*, joka on arvovaltainen tähtitieteellinen julkaisusarja, osoittanee, että siihen on kiinnitettävä huomiota.

*Baumannin* teoria on pääpiirteissään seuraava: Tähän asti on pidetty tummia kohtia Marsin pinnalla merinä ja vaaleita mantereina, tai myös tummia kohtia kasvullisuusalueina ja vaaleita erämaina. Asianlaita on aivan päinvastainen. Juuri vaaleat kohdat ovat vesiperäisempiä ja tummat kiuveampia alueita. Vaaleita kohtia, siis *Lowellin* erämailta, esiintyy pääasiallisesti Marsin pohjoisella puoliskolla, jotavastoin eteläpuoliskolla ovat tummat kasvullisuusalueet tai *Schiaparellin* nimityksen mukaan meret. Nyt on kuitenkin tosiasia, että Marsin pohjoisella puoliskolla esiintyy paljon enemmän pilviä kuin eteläpuoliskolla, josta siis on ehdottomana seurauksena, että siellä myös on enemmän kosteutta.

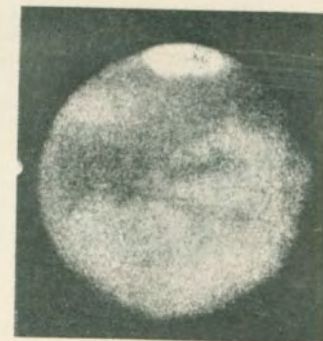
Tunnettu tosiasia on, että lämpötila Marsin pinnalla on hyvin alhainen. On laskettu sen olevan ainoastaan  $-37$  astetta Celsiusta, jotavastoin se Maapallolla on  $+15$  astetta. Vaikkapa laskelma voikin olla epätarkka, koska Marsin keskilämpöön voivat vaikuttaa monet sellaiset puhtaasti meteorologiset seikat, joita on vaikea arvioida, on kuitenkin jokseenkin varmaa, että vesi Marsilla esiintyy pääasiallisesti jäänä tai höyryinä. Marsin pohjoisosaa on siis jääkerrok-



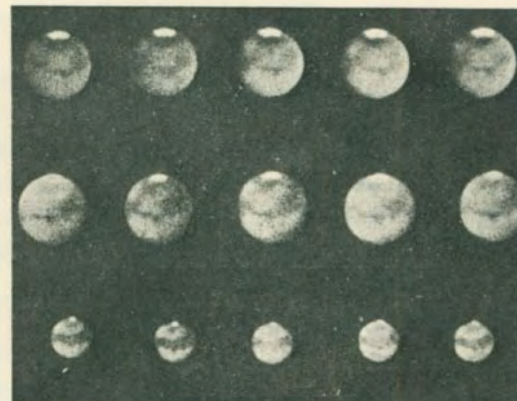
Marsin kartta Schiaparellin kuuden oppositioiden aikana 1877—1888 tekemien piirrosten mukaan.



Piirroksia Marsista Meudonin tähtitornissa syyskuulla 1924 83 cm refraktorilla tehtyjen havaintojen mukaan.



Valokuva Marsista, otettu 29. VIII. 1924 Lick-tähtitornissa Kaliforniassa.



Marsin valokuvia otettu amerikkalaisella Lowell-tähtitornilla 60 cm refraktoria käyttäen syyskuulla 1924.



Kühlin koe.



sen peittämä, ja se saa kellertävän valonsa vulkaanisesta pölystä, joka on jäähän sekoittunut. Se, että Marsin eteläpuoliskolla esiintyy verrattain vähän keltaisia alueita, riippuisi siitä, että kosteusmäärä siellä on pieni, joten jääkerrosta ei voi muodostua. *Baumann* ei kylläkään suoraan esitä, mistä syystä hän edellyttää planeetan eteläpuoliskolla olevan vähemmän kosteutta kuin pohjoispuoliskolla, mutta edellyttäneen hän, että tämä riippuu pinnanmuodostuksesta.

Kanavat ovat jäämoreenejä, joiden kautta osaksi tummempi maaperä tulee näkyviin. Jään sulaminen Marsilla tapahtuu seuraavasti: Jokin vuorenhuippu pysyy jäättömänä kosteuden puutteesta, koska ilmakehässä sillä korkeudella on vähemmän kosteutta. Tumma väri absorboi auringonsäteitä ja siten sulattaa ympäristöään. Tapahtuu siis aivan sama ilmiö kuin usein alpeillamme. Halkeamat jäähän tällaisten jäättömien alueiden väliin muodostuvat samoin kuin railot järviimme. Tuuli ajaa murskautuneita jäälohkareita edelleen, murskaton yhä uutta jäätä. Täten muodostuu jonkinlainen enemmän tai vähemmän yhdenjaksoinen jäämoreeni, jonka me havaitsemme kanavana. Ajatuksen, että kanavat olisivat jonkinlaisia gletscherien tapaisia moreenejä, on jo aikaisemmin lausunut fyysikko *Fizeau*.

Tulen sitten kolmanteen teoriaan, jonka eräs saksalainen *Kumm* esitti 1919 ja joka eroaa edellisistä kaikissa suhteissa ja lähtee edellytyksestä että Marsilla vielä on melkoinen omalämpö.

*Kumm* johtuu selitykseensä jokseenkin materialistisella tavalla juodessaan aamukahviaan. Aamuaurinko paistaa kahvikuppiin ja *Kumm* katselee sitä ajatuksiinsa vaipuneena. Kahvi on kuumaa eikä siinä vielä ole kermaa. Kahvipinnan päälle muodostuu valkoinen höyrykerros, joka siinä pysyy useita silmänräpäyksiä, ellei siihen puhalla. Höyrykerrokseen muodostuu pieni pyörre määrättyyn kohtaan ja sen kautta tumma kahvin pinta tulee esille. Sitten muodostuu toinen samanlainen pyörre, ja niiden väliin viiltäytyy äkisti tumma juova, joka erehdyttävästi muistuttaa Marsin kanavaa. Ilmiötä voi kiirehtää pudottamalla varovasti kuppiin pieniä leivänmuruja. Niihin kohtiin syntyy tummia pilkkuja ja niiden väliin juovia. *Kumm* selittää ilmiön seuraavasti. Kuuma kahvi synnyttää pinnalleen vesihöyryillä kyllästetyn kerroksen. Ulkoapäin tulevan kylmemmän ilman vaikutuksesta vesihöyry kondensoituu ja siten vapautunut lämpö pitää kerroksen lämpimänä. Kahvin päällä on siis ensin kuuma vesihöyryillä kyllästetty kerros ja sen päällä vähemmän vesihöyryä sisältävä kylmempi kerros, jotka pysyvät tasapainossa. Pieninkin häiriö alemmassa kerroksessa kuitenkin saa aikaan, että se jollakin kohdalla murtuu, ja raskaampi ylempi kerros tunkeutuu läpi ja painuu alaspäin, kunnes se kohtaa esteen, siis tässä tapauksessa kahvin pinnan. Kohdattuaan esteen se elävän voimansa vaikutuksesta kääntyy kulkemaan pitkin pintaa, ja yhä uutta kylmempää höyryä tunkeutuu tilalle. Alempaan, valkoiselta näyttävään kerrokseen muodostuu siten tummempi kanava, joka loppuu seuraavaan vastaavaan aukeamaan.

Kaikki tämä käy päinsä vain siinä tapauksessa, ettei kuppiin puhalleta, ellei siis mikään sivulta tuleva voima sekoita näitä hyvin labiilissa tasapainossa olevia kerroksia. Vahvat ilmavirrat maanpinnalla estävät tämän ilmiön tapahtumista meidän sumualueillamme. Marsissa sitävastoin olosuhteet ovat toiset. Etäisyys auringosta vaikuttaa, että auringosta tulevan lämmön sekä vuorokautiset että vuotuiset vaihtelut merkitsevät verrattain vähän, ja Marsin oma itseislämpö on tasainen, vaikuttamatta mainittavia ilmavirtoja. Jos siis edellytetään, että Marsissa on paljon vettä ja että lämpötila on niin korkea, että vesi on pääasiallisesti höyrynä sen ilmakehässä, näemme siis Marsin pintana vain tuon höyrykerroksen, joka näyttäisi valkoiselta, ellei olisi valon imeytymistä, joka antaa pinnalle punertavan värityksen. Eri värivivahdukset pinnalla riippuvat yksinomaan tämän kerroksen laadusta: siellä, missä varsinainen pinta hämmöittää läpi, näemme tumman pilkun. Kanavat syntyvät kuten vastaavat ilmiöt kahvikupissa, ja siten voidaan selittää, että ne suureksi osaksi esiintyvät erilaisina eri piirustuksissa. Riippuneen taas pinnanmuodostuksesta, että kuitenkin on jonkinlainen taipumus kanavien muodostumiseen määrättyille kohdille Marsin pintaa.

Koskettelematta yksityiskohtaisemmin tämän teorian heikkouksia, tahdon vain mainita, että otaksuma Marsin korkeasta itseislämmöstä on kaikille nykyisille kosmogonisille teorioille vieras.

Kaikki edellämäinitut selitykset ainakin osaksi edellyttävät Marsin kanavain olevan tavalla tai toisella reaalisia.

Tulen nyt toiseen ryhmään selityksiä, jotka edellyttävät puhtaalla näköhäiriöllä olevan tärkeimmän sijan tässä ilmiössä, ja jotka kaikki joko suoraan tai epäsuoraan perustuvat siihen tosiasiaan, että ilmiö on hyvin heikko, aivan silmän havaintokyvyn rajoilla.

Italialainen *Cerulli* huomasi näkevänsä kuunkin pinnalla samanlaisia kanavia kuin Marsilla, kun hän tarkasti kuuta teatterikiikarilla, jos kohta suuremmalla kiikarilla katsottuna niistä ei näy jälkeäkään. Hän silloin selitti myös Marsin kanavat näköhäiriöksi, jotka riippuvat siitä, että Marsin pinnalla on suuri joukko pilkkuja, joita silmä, kun ei voi niitä täydellisesti toisistaan erottaa, pyrkii yhdistämään säännöllisiksi kuvioiksi, aivan samoin kuin silmä muodostaa täydellisen kuvan kuparipiirroksista, jossa läheltä katsoen esiintyy ainoastaan ryhmä tummia pisteitä.

Sittemmin ovat *Maunders* ja *Pickering* tehneet sarjan mielenkiintoisia kokeita, joiden tarkoituksena on ollut osoittaa, missä määrin Marsin pinnanmuodostuksen muodostumat voisivat aiheuttaa kanavia muistuttavia näköhäiriöitä. Kokeiden perusajatukseksi on ollut se todettu asia, että sarja pisteitä tai erillisiä lyhyitä viivoja tekee yhdenjaksoisen viivan vaikutuksen, jos sitä kiikarin läpi tarkastaa liian pienellä suurennuksella. Tämä riippuu valon taipumisesta kiikarissa. Kuitenkaan ei näistä kokeista ole voitu saada sitovia todistuksia siihen, että Marsin kanavat tosiaan olisivat tuon tapaisia näköhäiriöitä. Ne keinoitekoiset kuviot, mitä on erityisillä kojeilla saatu, eivät tee

aivan samaa vaikutusta kuin Marsin kanavat, ja siitä syystä eivät ainakaan tottuneet Marsin havaittajat ole tahtoneet omaksua *Maundersin* ja *Pickeringin* selitystä.

Nyttemmin on kuitenkin kysymys Marsin kanavista saanut aivan uuden käänteeseen, puhtaasti fysiologisen selityksen, joka toistaiseksi tuntuu hyvin todennäköiseltä.

Astronomien kokouksessa Leipzigissä 1924 esitti *Kühl* teoriansa Marsin kanavista, jonka seuraavassa lyhyesti referoin:

Ensin käsitteli hän asian negatiivista puolta eli siis seikkoja, jotka tekevät Marsin kanavien todellisuuden kysymyksenalaiseksi.

Kanavat yleensä mieluummin näyttävät lähtevän tummempien osien kielekkeistä ja kulkevan kielekkeen sivujen keskittäjän suuntaan. Yleensä ne suorinta tietä pyrkivät jotakin toista tummaa pilkkua kohden, ja jos tällä pilkulla ei ole mitään huomattavaa ulospistävää kielekettä, hajautuu kanava viuhkamaisesti, joutuakseen tummaan pilkkuun ikäänkuin suistomaan muodostanut joki mereen. Jo tästä vetää *Kühl* johtopäätöksen, että kanavien kulku suunta antaa aihetta olettaa, että on kysymyksessä fysiologiset vaikuttimet. Edelleen voidaan huomata, että *Lowellin* piirtämässä Marsin kartassa, joka on erittäin yksityiskohtainen, alueet kanavien ympäröimien kuvioiden sisällä ovat tummemmat kuin niiden ulkopuolella. Etenkin viimeksimainittu seikka panee epäilemään, eikö tässä olekin kysymyksessä niin sanotut rajakonstrastiiviivat, jotka vaikuttavat silmään kanavina ja syntyvät siellä, missä eri valoisuudet Marsin pinnalla yhtyvät.

Jos kohta etäydyin jonkin verran *Kühlin* teorian esittelystä, katson olevan tarpeellista lyhyesti mainita, mitä nuo rajakonstrastiiviivat, joihin koko *Kühlin* teoria perustuu, ovat. Jokainen voi helposti tehdä pienen kokeen. Otetaan paksu keppi, asetetaan se noin metrin päähän himmeästä sähkölampusta ja tarkastetaan varjoa, jonka keppi heittää noin metrin päässä siitä olevaan harmaaseen paperiin, vaikkapa seinäpaperiin. Jos kepin paksuus on enemmän kuin puolet lampun läpimitasta, muodostuu keskelle kokovarjo ja sivuille puolivarjot. Voidaan helposti huomata, että varjon pitäisi alkaa siitä kohdasta seinää, johon sattuu vielä valo koko lampusta, ja sitten asteittain tummeta keskustaa kohden. Näin ei kuitenkaan ole asianlaita, vaan siinä kohdassa, jossa varjon tulisi alkaa, huomaamme selvästi heikon valoisuuden juovan, joka näyttää valoisammalta kuin ympäröivä seinä. Samaten näemme tumman juovan sillä kohtaa, jossa kokovarjo alkaa ja se taasen on tummempi kuin varjon keskus. Nämä molemmat juovat johtuvat näköhäiriöstä, sillä kumpikin saadaan helposti häviämään, edellinen sitä kohden liikuttamalla valkoista paperia, jälkimmäinen sitä kohden liikuttamalla mustaa paperia. Tämä ilmiö tapahtuu kaikkialla, missä on nopea valovoimakkuuden muutos kysymyksessä, ja niin omituiselta kuin se tuntuukin saamme kokonaan sitä kiittää siitä, että voimme nähdä tarkasti rajoitettuja optillisia kuvia, sillä valon taipumisen takia ei muuten voisi muodostua mitään tarkasti rajoitettua optillista kuvaa, vaan ainoastaan sel-

laisia kuvia, joissa valovoimakkuus reunoilla kylläkin nopeasti, mutta asteittain heikkenee. Optillisten kuvien tarkat rajaviivat johtuvat juuri edellämaintuista puhtaasti fysiologisista rajakontrastiviivoista. Näiden kontrastiviivojen selityksen jätän tässä sikseen, se veisi liian pitkälle varsinaisesta aineesta.

*Kühl* ottaa esimerkiksi kaksi tarkkaa Marsin piirrosta, nim. *Lowellin* ja *Lawn* valmistamat. Hän todistaa, että jos molemmat havaitsijat ovat piirtäneet sen, minkä he ovat havainneet, ei se ole voinut olla muuta kuin kontrastiviivoja. *Lowell* nimittäin havaitsi refraktorilla, jonka aukko oli 380 mm. ja käytti yleensä 500-kertaista suurennusta, saaden kanavien keskimääräiseksi leveydeksi 16 km eli kulmamitassa 0."058. *Lau* taas havaitsi koneella, jonka aukko oli 95 mm. ja suurennuksella 240 saaden kanavien keski­leveydeksi 65 km eli 0."24.

Nyt kuitenkin tiedämme, että valon taipumisen takia kirkas esine kiikarissa aina näyttää suuremmalta kuin se todellisuudessa on, ja on virhe sitä suurempi, mitä pienempi objektiiviaukko on suurennuksen ollessa saman. Esimerkkinä mainittakoon vain, että auringon läpimitta, joka saadaan suoranaisista näkemyksellisistä havainnoista, on muutamia kaarisekunteja suurempi, kuin valokuvaamalla saatu. Jos nyt tarkastetaan tältä kannalta *Lowellin* ja *Lawn* havaintoja, huomataan, että ne molemmat antavat kanavat aivan liian ohuiksi. On näet sekä teoreettisesti että havainnoista voitu todeta, että äärettömänkin ohut valojuova näkyisi molempien näiden tutkijain kiikarissa noin 7 kertaa leveämpänä, kuin he ovat Marsin kanavat nähneet. Tämä lie pätevä todistus siitä, että he eivät olekaan havainneet mitään reaalista juovaa, vaan juuri kontrasti-ilmiön, joka voi näkyä erittäin ohuena, niinkin ohuena.

*Kühl* nyt kokeellisesti todistaa väitteensä. Hän ottaa palasen paperia, jolle on painettu mahdollisimman siistiä kirjaimistoa. Jos tuota paperipalaa kuinkakin tarkastaa, ei siinä huomaa mitään, joka muistuttaisi Marsin kanavia. Siellä missä sattumalta sanojen välisiä aukkoja sattuu alitusten, voisi ajatella etäämmältä katsottuna syntyvän kontrasti-ilmiön, mutta niin ei käy. Tarvitaan vielä lisää tummia pilkkuja, aivan samanlaisia kuin Marsin pinnalla. Paperillemme on siis saatava vielä tummia pilkkuja, ja siinäkin näyttää olevan suuri ero, kuinka tummia ne saavat olla. Jos tushilla maalaa liian tummiksi pilkut, eivät heikot kontrastiviivat esiinny. Vaaditaan siis että näiden pilkkujen voimakkuus on määrättyssä suhteessa paperilla olevan tekstin voimakkuuteen. Käyttämällä määrättyä harmaata väriä sai *Kühl* esiin kontrastiviivat niin selvinä, että hän väittää melkein itse tulleen siihen uskoon, että on tosiaan kysymyksessä todelliset viivat. Yksi kuvistamme esittää *Kühlin* koetta. Siinä on vain pyöreäksi leikattu kappale sanomalehtipaperia, jossa on suurempia ja pienempiä tushipilkkuja. Jokainen voi kuvaa kauemmin tarkastaessaan huomata tummien pilkkujen väliin muodostuvan juovia, jotka suuresti muistuttavat Marsin kanavia.

Minusta tuntuu, että *Kühlin* todistustavassa ei helposti löydä aukkoa, ja että se ainakin toistaiseksi on ratkaissut kysymyksen Marsin kanavista.

## MAALLIKON MIETTEITÄ MAAILMANARVOITUKSESTA.

Kirj. A. V. Raita.

Ammoisista ajoista on ihmissielu hakenut vastausta maailmanarvoituksen, olevaisen ihmeelliseen kysymykseen. Mikä on ihminen, mikä on hänen alkuperänsä, mikä hänen lopullinen kohtalonsa? Mitä ovat maa ja taivas, mitä aurinko, kuu, tähdet? Mistä, miksi, mihin?

Kaikkein alkeellisimmillakin asteilla elävillä luonnonkansoilla on omat selityksensä näihin kysymyksiin, mikä osottaa, että ne etsivät vastausta niihin, vaikka niiden jokapäiväiset elämäntarpeet ja toivomukset muuten ovat mitä vähäisimmät. Niiden sepittämät selitykset, mitä esim. ulkomaailmaan tulee, ovat tietenkin sellaisia kuin noissa oloissa saattaa edellyttää, mutta tarjoavathan kuitenkin nuokin selitykset edes *jotain*, millä kaipaavan sielunsa janoa tyydyttää.

Kuinka paljoa paremmassa asemassa ovatkaan tässä suhteessa nykyajan kulttuurikansat ja niiden halvimmatkin jäsenet! Vaikkemme tietenkään voi sanoa, että tunnemme äärimmäisen totuuden — kaukana siitä! —, niin olemme kuitenkin sikäli onnellisemmassa asemassa, että meillä nyt jo on, sukupolvien työn tuloksena, nähtävänämme edes niinsanoaksemme maailmanrakenteen »piirustukset», joiden nojalla voimme luoda itsellemme edes ulkokohtaisen käsityksen toiselta puolen maailman rakennusaineesta sen häviävän pieniä osasia myöten — olkootpa nämä sitten »ainetta» tai ei —, toiselta puolen maailmankaikkeuden mittaamattomista tanhuoista jättiläisaurinkoineen, valtaisine kaasumerineen, voimineen. Luonnonkansat tuntevat, vertauksellisesti puhuaksemme, korkeintaan hiukan tupansa sisustuksesta, mutta me saatamme toki jo katsella taloamme ulkoakin päin, näemmepä sen sijaitsemispaikan ympäristöäkin ja missä asemassa talomme seutu on »muuhun maailmaan» nähden. Me näemme »maisemaa», ainakin melko laajalti. Emme enää pidä asuinpaikkaamme maailman keskuksena, jolla on aurinko ja kuu apunaan ja tähdet koristeinaan, sillä olemme päässeet geosentrisen maailmankäsityksen harhalluulosta. Osaamme jo entistä paljoa oikeammin arvostella tätä meidän »suurta» astinlautaamme, maapalloa, tiedämme, että se on mitättömän tomuhiukkasen veroinen, jos sitä mitataan oikeilla mitoilla, maailmankaikkeuden erämaamatkoilla. Tiedämme että vielä aurinko ja kiertolaisnaapurimme kuineen ovat

näihin etäisyyksiin verrattuna tosiasiallisesti kädenulottuvillamme. Tiedämme että meistä jo niin käsittämättömän paljon kauempaa silmiimme tuikkivat tähtiauringot, yön hohtavaksi vyöksi, linnunradaksi sukeutuneina osottavat meille sanoisimmeko nyt laajemman kotiseutumme ääriiviivoja, ja että vasta sitten, tämän kaiken ulkopuolella, voisi sanoa »avaran maailman» alkavan, maailman, jota silmämme näkövoima ei pysty erottamaan, mutta jota havaitaksemme olemme alistaneet tätä samaista maailmaa hallitsevat voimat avuksemme. Tiedämme, että näillä apuneuvoilla havaitsemamme pieni himmeä valoläikkä on myös muuan linnunrata, erään kaukaisen maailmaryhmän laaja »kotiseutu», josta maan asukas ei koskaan tulle mitään lähempää tietämään, sillä meidät erottaa toisistamme välimatka, jota voi verrata loppumattomaan iankaikkisuuteen. Ja mitä on tuon kaukaisen maailmanseudun takana, missä on maailmankaikkeuden raja? Onko ehkä kaikki tämäkin vielä ainoastaan »kotinurkkaa» makrokosmoksen mittaamattomissa ulottuvaisuuksissa, ja onko aineen, energian esiintymisalalla ylimalkaan joitakin rajoja? Ehkei ole. Silloin avaruus on tosiasiallisesti ääretön ja maailmojen lukumäärä rajaton. Tai ehkä on rajat. Silloin näiden maailmojen alueen ulkopuolella, olkoon tämä alue sitten kuinka suuri tahansa, kuitenkin lopulta on tila, jossa ei ole ainetta, energiaa, luonnonlakeja, ei mitään olevaista, vaan täydellinen tyhjiys, »olemattomuus».

Havaitsemiemme maailmojen tarkkailusta ja tutkimisesta on käynyt selville, että niissä vallitsee samat »ikuiset» lait kuin täällä meidän maailmamme: syntymisen, kehityksen ja kuoleman järkähtämättömät lait. Tunnetaan syntymässä olevia, parhaissa voimissa olevia ja jo lähestyvän kuoleman riuduttamia maailmoja. Ei näytä olevan mitään muuttumatonta tai pysyväistä missään, joskin eri kehityskaudet kestävät aikoja, jotka ovat pitempiä kuin se, mitä me ymmärrämme iankaikkisuudella. Kuolemattomia ovat ehkä vain ikuiset voimat, ikuinen aine, »aine», joka näyttää olevan »hengen» ilmenemisen välttämätön edellytys. Kuinka monasti lienee jo tämän meidän maailmamme aine, josta me jokainen olemme osa, vuosimiljoonien loputtomien jonojen kestäessä ja vieraiden ainejoukkojen useasti uusimana ja sekottamana, ollut hengen, kulttuurin kannattajana, aina välillä jouduttuaan kaaokselliseen alkutilaan, kaasujättiläiseksi, sen vaeltaessa avaruuksissa? Näistä sen vaiheista emme tiedä mitään, enempää kuin siitäkään, mitä maailmoja järkiolentoinen ja kulttuureineen samoista ainejoukoista yhä uudestaan ja uudestaan on syntynyt. Ei tiedä maapallon nykyinen elolliskanta mitään noista menneistä kausista, sen on ollut alettava kaikki alusta asti, kuljettava hitaan kehityksen pitkää tietä äärettömine vaivoineen ja kärsimyksineen, uudestaan tuskalla ostettava kaikki saavutukset ja kalliit kokemukset. Ja kuitenkin olemme ehkä vasta nykyisenkin taipaleemme alkupuolella; lausuaksemme uskaliaan arvelun. Häviö, unho näyttää olevan kaiken uusiintuva kohtalo, vanhan häviäminen ja yhä uuden syntyminen, uuden, jonka tietoisuudessa ja muistossa ei näytä olevan jälkeäkään tuosta entisestä.

Vaikealta tuntuu ihmisestä mukautua tällaiseen ajatukseen. Se näyttää hänestä lohduttomalta. Kiihkeästi hän toivoo että edes hänen olemuksensa ydin, hänen »sielunsa» pysyisi häviämättömänä, säilyisi ikuisesti. Hänen henkensä tietoisuuden säilyminen tuntuu hänestä niin tavattoman tärkeältä ja välttämättömältä. Mitättömän pallomme piskuisen eläjän toivomuksena on tämä todellakin rohkean suuri haave, ajatellessamme mitenkä kokonaiset jättiläismaailmat ovat häviämisen lain alaisia. Mutta kuten sanottu, se on ihmisen kiihkeä toivomus. Meidän on niin työläs taipua tuohon ajatukseen, että me ja koko ihmiskunta kaikkine aineellisine ja henkisine saavutuksineen pyyhkäistäisiin pois aivan jäljettömiin, täydelliseen unhoon. Henkemme vaatii ei enempää eikä vähempää kuin kuolemattomuutta. Se toivoo että olisi olemassa jokin maailmojen muuttumaton »keskus», jokin olevaisuuden »päämaja», joka ei olisi häviäväisyyden lain alainen ja jossa säilyisi muisto kaikista hengen taisteluista ja kohtaloista, — jossa itse henki säilyisi.

Näitä miettiessämme meidän on kylläkin syytä muistaa, että tunnemme maailmasta ja maailmankaikkeudesta todellakin vain »piirustukset», ja nekin vaillinaisesti ja rajoitetusti. Emme tunne maailman »sisäistä» rakennetta, sen perimmäistä luonnetta, »henkeä». Voimien lakeja voimme määritellä, mutta itse niiden olemus on meille tuntematon. Jos tuntisimme enemmän tosiolevaista, niin tässä kosketellut kysymykset näyttäytyisivät meille varmaankin toisella laisessa valaistuksessa, näkisimme ne laajempaa ja selvempää taustaa vastaan.

## TÄHTITIETEEN HARRASTAJAN TYÖMAITA

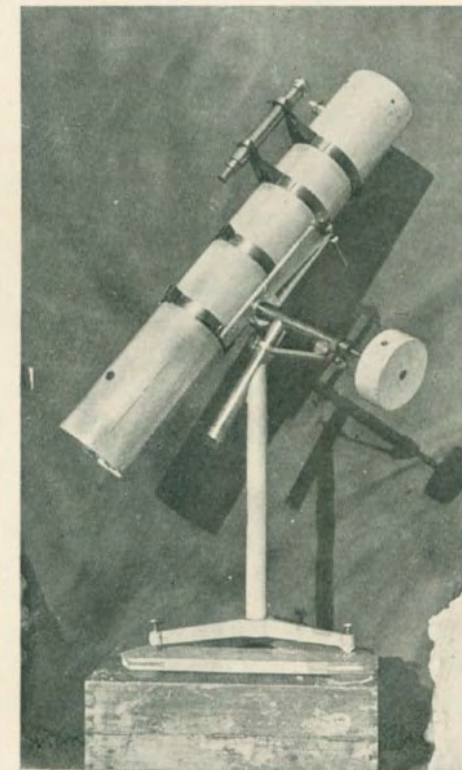
Kirj. Yrjö Väisälä.

Tähtitaivas houkuttelisi kai ihailijoittensa joukosta paljon lukuisammin kuin nykyään on asianlaita henkilöitä myös varsinaiseen tähtitieteelliseen havaintotyöhön, jos saataisiin poistetuksi se yleisesti levinnyt käsitys, että tähtitaivaan henkilökohtaiseen tutkimiseen tarvitaan sekä paljon varoja että suuri matemaattinen oppineisuus. Tietysti on tähtitieteessä sellaisiakin aloja, joilla kummatkin mainitut vaatimukset pitää olla suuressa mitassa täytetyt, mutta on myös toisia aloja, joilla hyvinkin vaatimattomilla välineillä ja sanokaamme kansakoulun laskentotiedoilla voidaan suorittaa tähtitieteelliselle tutkimukselle vielä arvokastakin työtä. Ja jos pidetään silmällä vain hauskuuden ja ajanvietteen saavuttamista tähtihavaintojen kautta, ei tämän päämaalin saavuttamisen pitäisi oikeastaan kenellekään rahallisista syistä olla mahdotonta. Taivaan ihmeitten kanssa askarteleva henkilö, jolla on käytettävänä tähän tarkoitukseen sanokaamme vaikkapa vain sata markkaa, voi nauttia hommistansa yhtä hyvin kuin sellainen, jolla on tarkoitukseen suuret summat käytettävänä, kun hän vain syventyy askarteluihinsa. Niinpä kuulin monta vuotta sitten erään henkilön suurella innostuksella ryhtyneen piirtämään karttaa paljain silmin näkyvistä tähdistä; muistaakseni hän ei ollut lukenut juuri mitään tähtitieteestä eikä ollut nähnyt tähtikarttoja. Toinen henkilö taas teki vuosikausia ututterasti havaintoja auringon korkeudesta pöydälle asetetun kartion heittävästä auringon varjosta, jonka pituudesta hän määräsi ajan. Viimeksimainitussa havainnossa tarvittiin kylläkin matemaattisia tietoja enemmän kuin mitä kansakoulussa saavutetaan. Tämän kirjoituksen tarkoituksena on opastaa tähtitaivaan aakkosia lukevaa harrastajaa itsenäisen havaintotyön poluille.

Aloitin mainitsemalla muutaman sanan tähtitieteellisestä kirjallisuudesta. Suomeksi on toistaiseksi hyvin vähän tähtitieteellistä kirjallisuutta. Yleisen tähtitieteen oppaakseen voi harrastaja hankkia professori *Ilmari Bonsdorffin* suomeksi mukaileman *Newcombin* tähtitieteen, jossa kylläkään ei ole tähtitieteen viime vuosien saavutuksia mukana, kirjan painamisesta kun on jo toistakymmentä vuotta. Uudenaikaisen kiintotähtitieteen saavutuksia kuvaillee tanskalainen *E. Strömgyren* suomeksikin käännettyssä kirjassaan »Kai-



Kuva 1. Ursan maaseutuosastojen kaukoputki. Objektii 6 cm.



Kuva 2. Ursan Helsingin-osaston peilikaukoputki. Suuren peilin läpimitta 17 cm.

keuden tähtitarhat. Myöskin kotimaisista tähtikartoista on puute. Joku vuosi sitten ilmestyi Nuoren Voiman Joulun liitteenä pohjoisen taivaanpuoliskon kartta, joka lienee erikseenkin saatavissa.

Vieraskielisistä harrastajalle sopivista kirjoista ja kartoista ei nykyisin enää ole puutetta. Mainitsen ensimmäisenä halpahintaisen, erinomaisen, paljain silmin näkyvät tähdet sisältävän tähtikartaston, *R. Schurigin Tabulae Caelestes* (hinta noin 50 mk.), jonka, samoin kuin muutkin ulkomaalaiset kirjat saanee tilata minkä kirjakaupan kautta hyvänsä. Kun tähtikartan käyttö on enemmän verrattavissa kuvain katselemiseen kuin kirjoituksen lukemiseen, suosittelen mainittua kartastoa niillekin, jotka osaavat vain suomea. Laajemmista harrastajille sopivista kartoista on tähän asti ollut puutetta, mutta tulee tämäkin puute pian poistumaan, sitten kun kartasto *Beyer-Graff, Sternatlas*, tulee valmiiksi. Ekvaattorintienoon kartat, luvultaan 12, ilmestyivät viime vuonna, ja on näissä kartoissa tähdet aina 9.3 suuruusluokkaan saakka merkityt. Kun ilmestynyt osa kartastoa maksoi vähän yli 100 markkaa, tullee koko kartaston hinta olemaan tuskin enempää kuin noin 3—400 markkaa. Harrastaja, jolla on hallussaan tässä mainitut kartastot, voi hyvällä syyllä jättää uusien karttojen etsimisen toistaiseksi pois mielestään ja käyttää mahdolliset liiat rahansa kirjojen ja koneitten ostoon.

Erinomainen, tähtitieteen viimeisimpiäkin saavutuksia käsittelevä teos on *Newcomb-Engelmannin Populäre Astronomie*, josta on ilmestynyt aivan viime vuosinakin uusia painoksia. Ruotsissa on ilmestynyt viime vuonna komeasti kuvitettu *Bergstrandin Astronomi* (hinta n. 400 mk). Toisenluontoinen kuin edelliset, nimittäin harrastajan tähtitieteellisiä havaintoja ja työvälineitä käsittelevä kirja on *J. Plassmannin* julkaisema *Hevelius, Handbuch für Freunde der Astronomie und kosmischen Physik*. Tämän kirjan hinta lienee nykyisin noin 150 Smk:n paikkeilla. Toinen hiukan pienempi, mutta eräässä suhteessa Heveliusta täydentävä käsikirja on *R. Henselingin Astronomisches Handbuch*. Pikkuinen ja halpahintainen, mutta käytännöllinen opas niille, jotka haluavat pienellä kaukoputkella havaita kiintotähtitaivaan ihmeellisyyksiä, kuten muuttuvia ja kaksoistähtiä, tähtijoukkoja ja -sumuja, on *F. Beckerin Am Fernrohr*. Pirteitä kuvauksia kuuluisista tähtitieteilijöistä sekä tähtitieteen kehityksestä sisältää *H. Kleinin Astronomische Abende*.

Harrastajalle sopivista aikakauslehdistä mainittakoon Kööpenhaminassa ilmestyvä *Nordisk Astronomisk Tidsskrift*, joka saa m. m. Suomen valtiolta avustusta, sekä saksalainen *Sirius*. Ensinmainittu lehti lähettää pienestä maksusta painetuilla postikorteilla tietoja tärkeistä tapahtumista tähtitaivaalla. Sirkuksen liitteenä ilmestyy vuoden lopussa erikseen tilattava *Sirius-Kalender*, jossa on taivaakappaleita koskevia taulukoita seuraavaa vuotta varten. Täydellisistä tähtitieteellisistä vuosikirjoista lienee englantilainen, paljon levinnyt *Nautical Almanac* halvin. Pieni, aloit-

televan harrastajan tarpeita silmälläpitäen laadittu vuosikirja on *R. Hensel*in toimittama *Sternbüchlein*.

Kun nyt rupean puhumaan harrastajan koneista ja havainnoista, tekee mieleni aluksi sanoa: Tyvestä puuhun nousta, eikä latvasta! Tähtitieteen harrastajan ei pidä lykätä havaintotyöhön ryhtymistä odotellessaan parempia aikoja, jolloin hän mahdollisesti voi hankkia kooltaan kunnioitusta herättävän kaukoputken. Kun harrastajan ei ole pakko tehdä tiliä töistään kenellekään syrjäiselle, voi hän aloittaa työnsä vaikka kuinka vähäpätöisiltä näyttävillä kojeilla, vieläpä kokonaan ilman niitäkin, ainoana välineinä kaksi silmäänsä (yksikin tosin riittää) ja tähtikartta.

Tähtien nimien ja tähtikuvioiden opiskelemisella voi harrastaja havaitsijanuransa aloittaa. Kirkkaimpien tähtien ja tähtikuvioiden jonkinmoinen tunteminen on tietenkin myöhempiäkin töitä varten hyödyllistä. Erikoisissa tehtävissä, varsinkin lentotähti-havaintojen suorittamisessa, vaaditaan tarkkaa tähtitaivaan tuntemusta ja taitoa käsitellä etevästi tähtikarttaansa. Lentotähtien havaitseminen suoritetaan näet vielä nytkin suurimmaksi osaksi paljain silmin, joten tällä alalla on ihan varattomallakin harrastajalla tilaisuus suorittaa tähtitieteellekin hyödyllistä havaintotyötä.

Tähtikuvioiden opiskelu jo sinänsä tuottaa siihen syventyvälle nautintoa. Katsellessaan tähtitaivasta useamman tunnin kuluessa tulee kiinnittäneeksi huomiota tähtitaivaan vuorokautiseen, maapallon pyörimisestä johtuvaan liikkeeseen. Tällöin herää varsinkin matemaattisia taipumuksia omaavalla henkilöllä harrastus palloitähtitieteellisiin tehtäviin. Taivaankappalten vuorokautisen liikkeen nojalla voi määrätä tarkan pohjoisen ja sen kautta muittenkin ilman suuntien suunnan, ja aurinkohavaintoja ja tavallista markan almanakkaa käyttämällä ajan, melkeihpä ilman matematiikkaakin. Ajan voi auringosta mukavasti määrätä n. s. puolipäivänmerkin avulla, jonka voi laittaa ilman suuntiakin tuntematta, kun vain saa kerran muualta kelloonsa oikean ajan. On hyvin mieltäkiinnittävää tehdä säännöllisiä havaintosarjoja tällaisen puolipäivänmerkin avulla; herättää hämmästyä se suuri tarkkuus, joka niin yksinkertaisella keinolla voidaan saavuttaa. Vielä suurempi tarkkuus saavutetaan havaitsemalla kiintotähtien häviäminen jonkin tornin t. m. s. taakse määrätystä paikasta katsottuna. Kun näet tiedämme, että tähtitaivas tekee yhden näennäisen pyörähdyksen maan ympäri 3 min. 55.91 sek. vaille vuorokaudessa, niin voimme, jos eräänä päivänä olemme jostain saamamme oikean ajan mukaan havainneet tarkkaan määrätystä paikasta jonkin tähden häviämisen vähän matkan päässä olevan tornin, talon nurkan t. m. s. taakse, yllämainittua lukua käyttäen laskea, milloin mainitun tähden häviämisen pitäisi tapahtua minä hyvänsä myöhempänä päivänä, ja havaitsemalla sitten tuon hetken asettaa kellomme oikeaan. Tämä keino on, kuten näkyy, tavattoman yksinkertainen ja kuitenkin on sillä saavutettu tarkkuus suorastaan yllättävä — vaikkapa kysymyksessä oleva torni ei olisi sen kauempana kuin muutaman kymmenen

metrin päässä, tekee aloittelijakaan havainnoissaan tuskin sekuntia suurempaa virhettä.

Viimeksimainittu tarkka ajanmääräyskeino edellyttää tosin, että ainakin yhtenä päivänä saadaan aika muualta, mutta aika voidaan kyllä määrätä monellakin eri keinolla suoranaisesti tähdistä, vaikkakin tällaisessa määräyksessä yleensä tarvitaan pallotrigonometrian tuntemista ja sekunnin tarkkuuteen pyrittäessä erikoiskoneita. Kuitenkin jo henkilö, jonka matematiikka rajoittuu yhteen- ja vähennyslaskuun, voi suorittaa entisistä aikatiedoista riippumattoman ajanmääräyksen muutaman kymmenesosa minuutin tarkkuudella käyttämällä keinoa ja taulukoita, jotka olen esittänyt kirjoituksessa *Yksinkertainen ajanmääräyskeino*. Tämä kirjoitus on ilmestynyt teoksessa: *Juhlajulkaisu Professori G. Melanderin 60-vuotispäiväksi ja sitäpaitsi Tiede ja Elämä-julkaisun III niteessä*, vihossa 13, sivv. 14—18. Kojee, jolla määräys suoritetaan, on luotilanka, minkä avulla havaitaan hetki, jolloin joku taulukoissa mainittu tähti tulee suoraan Pohjantähden alle.

Kuun ja kiertotähtien, kiintotähtien suhteen tapahtuvan liikkeen seuraaminen on aloittelijalle mieltäkiinnittävää hommaa. Tuleepa joskus näkyviin paljain silmin näkyviä pyrstötähtiäkin, joitten radan harrastaja voi ilta illalta merkitä karttaansa. Valovoimakkaimpienkin pikkuplaneettojen — niitähän tunnetaan jo yli 1000 — seuraamiseen tarvitaan jo kuitenkin kaukoputken apua. Pienelläkin kaukoputkella, jonka objektiivin läpimitta on muutamia senttimetrejä, voi nähdä useita pikkuplaneettoja, kun tietää niiden paikan. Jännittävää on tällaisen pikkuplaneetan etsiminen, kun sen asema on vain suunnilleen tunnettu. Silloin voi huvikseen suorittaa — tosin ilman tieteelle uutta tulosta — samanlaista pikkuplaneettojen »metsäystä», kuin viimevuosisadan puolivälissä suorittivat eräät tähtitieteen harrastajat hakiessaan järjestelmällisesti uusia pikkuplaneettoja. Ennen tuntemattomien pikkuplaneettojen keksiminen alkaa kuitenkin jo nykyään olla tavallisen harrastajan mahdollisuuksien ulkopuolella.

Mielin määrin sopivia havaintoaiheita keksii harrastaja itsekin lukiessaan yleistä tähtitiedettä käsittelevää kirjaa ja panemalla pitkin matkaa muistiin ne kohdat, joitten omakohtaisen havaitsemisen hän luulee olevan mahdollisuuksien rajoissa. Paitsi yllämainittuja tulee jo 6 senttimetrin läpimittaisella objektiivilla varustetun kaukoputken (Ursan maaseutuostosastojen kone) omistajan saavutuspiiriin lukemattomia havaintoaiheita, kuten auringonpilkkujen havaitseminen, kuun pinta lukemattomine muodostuksineen, Venuksen vaiheet, Jupiterin kuut, Saturnuksen renkaat, vieläpä osittain Jupiterin ja Marsin pinta muodostuksetkin; edelleen pyrstötähtiä, lukuisa joukko kaksoistähtiä, tähti joukkoja ja tähtisumuja. Eikä harrastajan tarvitse tyytyä vain pelkkään katselemiseen; hän voi tehdä muistiinpanoja havainnoistaan, piirustaa auringonpilkkuja, kuun ja planeettojen pintamuodostuksia sekä määrätä sitten omien havaintojensa perusteella auringon ja planeettojen, varsinkin Jupiterin pyö-

rimisajan. Jupiter kuineen antaa paljon aihetta askarteluun, Jupiter-systeemissä näet tapahtuu harva se päivä kuun pimennyksiä, kuitten piiloutumisia Jupiterin taakse, samoin kuin kuitten ja niiden varjojen kulkua Jupiterin pinnan poikki. Harrastaja, jolla on onni olla vähintään 10 senttimetrin läpimittaisen kaukoputken omistaja ja jolla on taipumusta piirustukseen, voi suorittaa tieteellekin arvokasta työtä piirtämällä suunnitelman mukaisesti kuun ja planeettojen pintamuodostusten yksityiskohtia. Auringonpilkkujen säännöllisillä havainnoilla on merkitystä tieteelle, vaikka havainnot olisivat tehdyt verrattain pienelläkin kaukoputkella.

Muuttuvien tähtien havainnoissa on jo 6 senttimetrin objektiivilla varustetun kaukoputken omistajalla ehtymätön, kiitollinen työmaa. Muuttuvien tähtien havaitseminenhan on suureksi osaksi harrastajien käsissä, varsinaiset tähtitornit eivät näet muitten tehtävien vuoksi ehdi tuhansiin nousevaa muuttuvien tähtien joukkoa seurata. Useissa maissa ovat siksi harrastajien yhdistykset ottaneet ohjelmaansa muuttuvien tähtien havaintojen järjestämisen. Onpa ainakin Amerikassa ja Ranskassa erityinen muuttuvien tähtien havaittajain yhdistyskin. Myöskin n. s. uusien tähtien etsimiseen ottavat harrastajat osaa.

Suurien kaukoputkien ja vahvojen suurennusten käyttäminen kaikkiin tarkoituksiin ei suinkaan ole edullista. Tähtien paikan mittauksessa käytetään kylläkin verrattain vahvoja suurennuksia, mutta useissa töissä, esimerkiksi uusien pyrstötähtien etsimisessä, muuttuvien tähtien havaitsemisessa j. n. e. tulee kysymykseen etupäässä riittävä valovoima ja mahdollisimman laaja näkökenttä. Jos on kysymyksessä esimerkiksi muuttuvan tähden havaitseminen, jonka valovoima on hiukan paljaan silmän ulottumisalueen ulkopuolella, on parasta ottaa avuksi vain muutamia kertoja suurentava, mieluummin kaksiputkinen kaukoputki (tatteri- tai prismakaukoputki). Tällaista kaukoputkea voi mukavasti pitää käsissään ja silloin voi nopeasti käännellä konettansa eri suuntiin. Prismakaukoputket, joitten suurennus on yli kymmenkertainen, eivät kuitenkaan enää pysy tarpeeksi tukevasti vapaissa käsissä; silloin on nojattava johonkin esineeseen. Kun tarvitaan suurempia suurennuksia ja suurempaa valovoimaa, on käytettävä jalustalla varustettua kaukoputkea. Tällöin tulee harrastajan eteen kysymys: Millainen jalusta ja millainen kaukoputki on edullisin?

Ensiksi on tehtävä valinta linssi- ja peilikaukoputken välillä. Voidaan sanoa, että kun on kysymys harrastajasta, jolla ei ole edeltäpäin päämääränään erikoistua muutamille erikoisaloille, on linssikaukoputki sopivin ensimmäiseksi koneeksi. Objektiivin aukon läpimitta voi vaihdella 5—8 cm riippuen asianomaisen kukkarosta. Kaukoputki jalustoineen on tällöin vielä siksi pieni, että sitä voi mukavasti kantaa paikasta toiseen. Jalusta voi olla joko atsimutaalinen (akselit pysty- ja vaakasuorassa suunnassa) tai parallaktinen (toinen akseli taivaan napaa kohti, toinen kohtisuorassa edellistä vastaan). Jos kohta atsimutaalinen jalusta kelpaakin kaikkiin sellaisiin töihin, joissa paljas katse-

leminen tulee kysymykseen, ja yleensä on hiukan huokeampi, kehoittaisin kuitenkin harrastajaa hankkimaan parallaktisen jalustan, sillä silloin hänen työmahdollisuutensa ovat paljon suuremmat. Eräs laaja, mitä moninaisimpia mahdollisuuksia tarjoava työmaa, nimittäin tähtivalokuvaus tulee silloin mahdolliseksi. Ursan maaseutuosastojen koneet, joita on nykyään viisi, nimittäin Mikkelissä, Joensuussa, Tampereella, Porissa ja Turussa (kuva 1), ovat kaikki parallaktisia. Ne ovat kaikki Suomessa tehtyjä, linssit vain hankittu Saksasta, mutta Suomessa viimeistely, silloinkin sellainen on ollut tarpeen. Objektiivin aukko on 6 cm, kuten aikaisemmin mainittiin, ja polttoväli 75 cm.

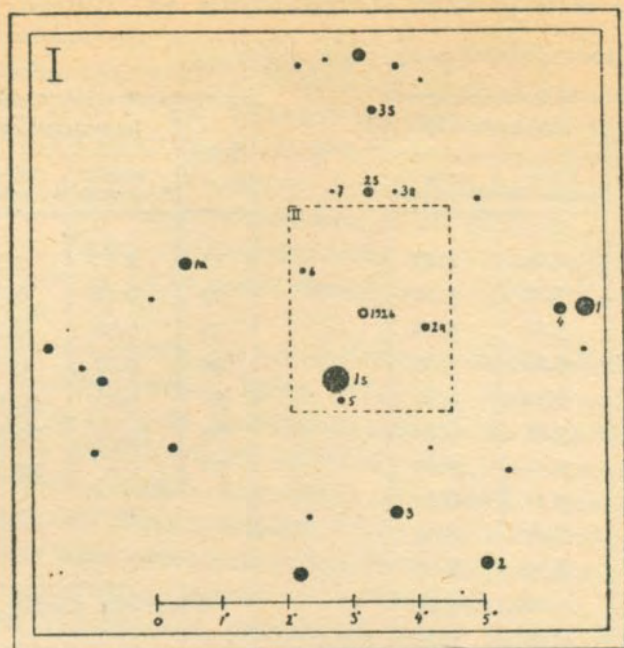
Kun kaukoputken objektiivin läpimitta lähentelee 10 cm, alkaa kone tulla niin suureksi ja raskaaksi, että sen jokailmainen kuljettaminen havaintopaikalle tulee rasittavaksi. Tällöin on joko rakennettava havaintokoppi koneelle tai valittava linssikaukoputken sijasta peiliteleskooppi. Peiliteleskoopit ovat tavallisesti noin puolta lyhemmät kuin vastaavan läpimittaiset linssikaukoputket ja varsinkin Newtonmallisen teleskoopin jalusta voidaan tehdä hyvin matalaksi, joten kone kokonaisuudessaan tulee hyvin kevyeksi ja mukavaksi kuljettaa. Ursan Helsingissä olevan Newton-mallisen peiliteleskoopin (kuva 2) läpimitta on noin 17 cm ja polttoväli 120 cm. Sitä voi lyhyitä matkoja yksikin mies kuljettaa. Kone on kokonaisuudessaan Suomessa tehty, myöskin peilit.

Peiliteleskoopit ovat, varsinkin suuremmat, monin kerroin halvempia kuin vastaavankokoiset linssikaukoputket. Kun tähän tulee lisäksi äskenmainittu, linssikaukoputkiin verrattuna pienempi koko ja peilin antamien kuvien täydellinen akromaattisuus, niin ei ole ihme, että peiliteleskoopit ovat hyvin levinneitä harrastajien piireihin. Ovatpa muutamat harrastajat itse hioneet peilinsä ja valmistaneet jalustansa. Peiliteleskoopin varjopuolina mainittakoon ensi sijassa se seikka, että peilit on silloin tällöin uudelleen hopeoitava. Myöskään ei peiliteleskooppi sen optillisen akselin verrattain herkän muuttuvaisuuden ja varsinkin lyhytpolttovälisten peilien kovin pienen käyttökelpoisen näkökentän vuoksi ole niin sopiva tarkkoihin mittauksiin kuin linssikaukoputki.

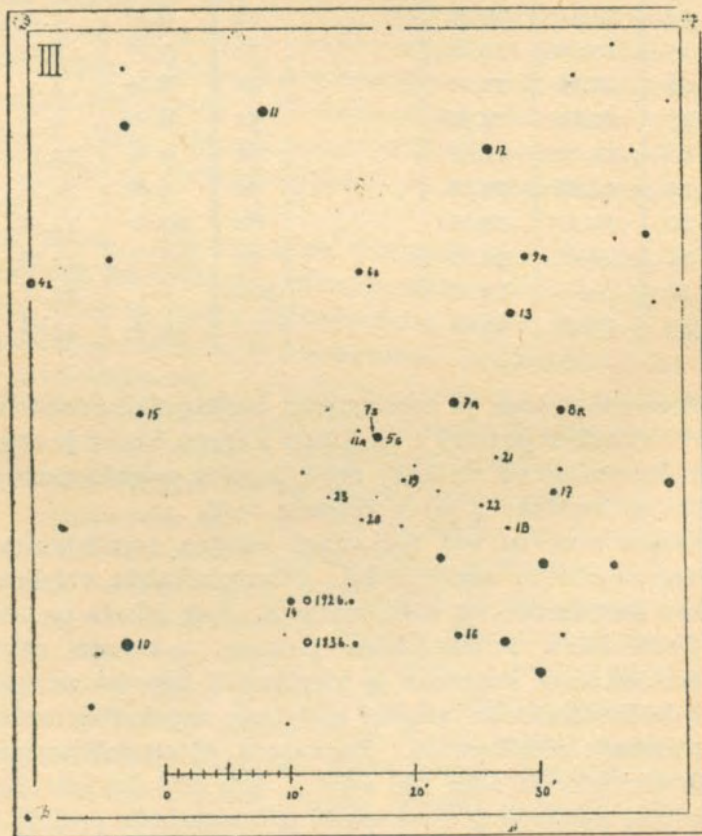
Ei pidä käyttää suurempia suurennuksia kuin on välttämätöntä kulloinkin kysymyksessä olevan esineen havaitsemiseen. Mitä suurempaa suurennusta käytetään, sitä pienempi ala taivasta näkyy kerrallaan ja sitä tukevampi pitää jalustan olla. Ilmakehän epätasaisuudesta johtuva kuvien rauhattomuus tulee myös sitä näkyvämmäksi, mitä suurempaa suurennusta käytetään. Ellei objektiivin aukkoa myös lisätä, tulevat suurennusta lisättäessä taivaankappaleet, joilla on huomattava pinta, himmeämmiksi, ja suurennuksen noustessa määrätyn rajan yli tulevat kaikki kaukoputkessa näkyvät kuvat valon taipumisilmion vuoksi reunoiltaan epäselviksi ja kiintotähtienkiu kuvat levymäisiksi. Se kuva, jonka kaukoputkessa näemme, ei siis tarkkaan vastaa todellisuutta, sillä esimerkiksi kiintotähtien todellista pintaa ei ole vielä voitu suurimmillaan kaukoputkella suoranaisesti havaita. Suurin suurennus, jota kannattaa kaukoputkessa käyttää, on 20—30 kertaa objektiivin senttimetreissä lausuttu halkaisija. Jotta taas kaikki valo tulisi okulaarista silmään, pitää suurennuksen



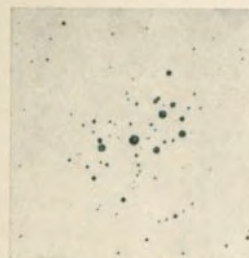




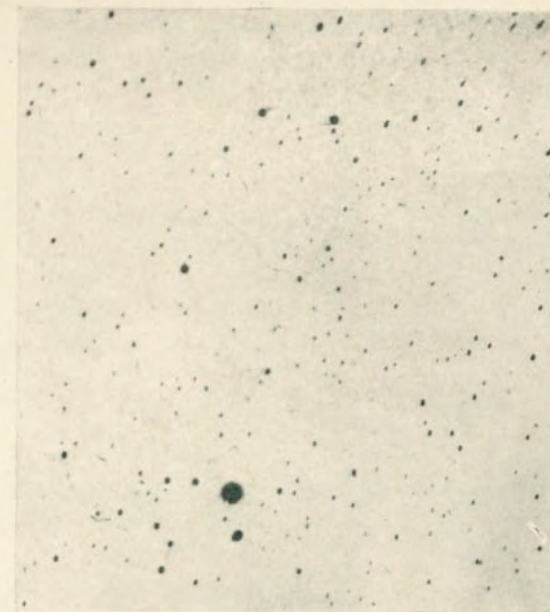
Kuva 3. Kartta taivaannavan ympäryksestä. Merkillä 1s merkitty tähti on Pohjantähti.



Kuva 4. Kartta taivaannavan ympäryksestä. Kartta käsittää alan  $52' \times 64'$ . Pohjantähti on kartan ulkopuolella.



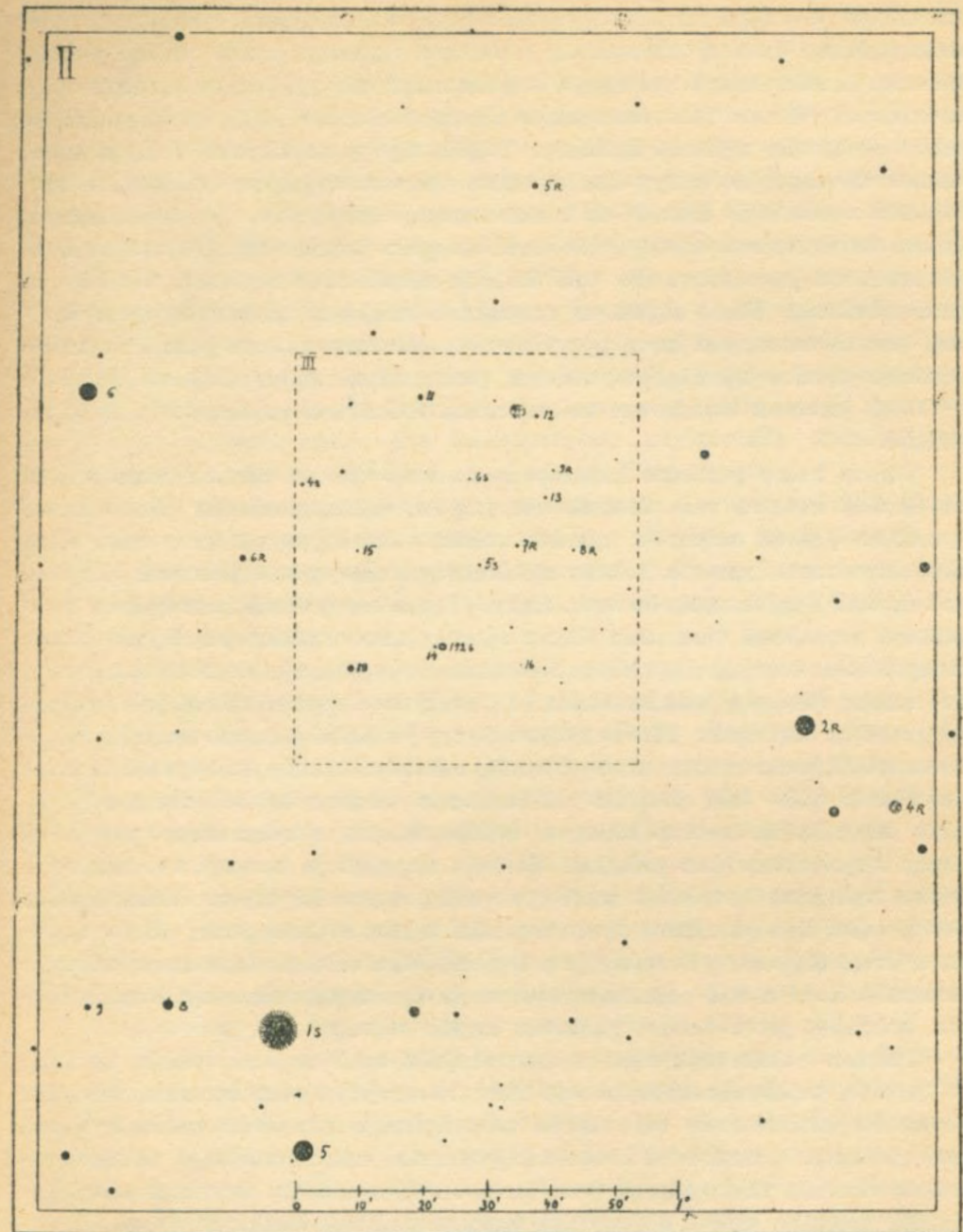
Kuva 6. Kaukoputkella, jonka objektiivi on 4 cm ja polttoväli 20 cm, otettu valokuva Plejadeista. Valotusaika 4 min.



Kuva 7. Samalla kaukoputkella otettu valokuva taivaan navan ympäryksestä. Valotusaika  $\frac{1}{2}$  tuntia.



Kuva 8. Turun uusi tähtitorni kupuineen ja meridiaanihuoneineen.



Kuva 5. Kartta taivaannavan ympäryksestä. Tämä alue on kartassa I<sub>c</sub> (kuva 3.) pikkuviivojen rajoittamassa suorakulmiossa.

Jos taivaannapa nytkin on keskellä näkökenttää, on tuntiakseli taivaanakselin suuntainen ja lisäksi kaukoputken tähtäysviiva tuntiakselin suuntainen. Viimeksimainittu ehto ei yleensä ole tarkkaan täytetty, jonka vuoksi jälkimmäisessä kaukoputken asennossa taivaannapa näkyy jonkunverran kentän keskuksesta oikealle tahi vasemmalle riippuen akselien, sekä kaukoputken ja deklinatio-akselin välisistä kulmista. Tällöin täytyy vielä kiertää koko jalustaa, kunnes taivaannapa näkyy kaukoputken toisessa asennossa yhtäpaljon keskuksesta vasemmalle kuin se on toisessa asennossa oikealle. Jos taivaannavan paikka näkökentässä siirtyy ylös- tahi alaspäin tuntiakselia 180 astetta kierrettäessä, on jalustaruuveilla tahi kiiloilla muutettava sopivasti tuntiakselin korkeuskulmaa. Vasta sitten on tuntiakseli tarkkaan taivaanakselin suuntainen, kun taivaannavan kuva pysyy tuntiakselia kierrettäessä paikallaan näkökentässä oleviin merkkeihin nähden (esimerkiksi lankaristikoon nähden). — Tässä kuvatun tutkimisen voi suorittaa mukavasti valokuvaustakin käyttämällä.

Toinen keino perustuu kauempana navasta olevien tähtien seuraamiseen kiertämällä konetta vain tuntiakselin ympäri, deklinatioakselin ollessa kiinni ruuvattu. Jos eri suunnilla taivasta valitut tähdet pysyvät pitemmän aikaa niitä seurattaessa samalla kohtaa näkökentässä siirtymättä ylös tahi alaspäin, on tuntiakseli taivaanakselin suuntainen. Tämä keino vaatii kohtalaiseen tarkkuuteen pyrittäessä verrattain pitkän ajan kuluessa havaintoja. Hyvin tarkka ja nopea keino tuntiakselin virheen määrittämiseksi voidaan kehittää tästä keinosta, kun saman tähden sijasta havaitaan kahta tahi useampaa eri tähteä, joilla on likimäärin sama deklinatio. Tällöin tietysti täytyy jonkinlaisella mikrometrillä (häätätilassa näkökentän mukaan arvostelemalla) mitata eri tähtien etäisyys näkökentän keskuksesta ylös- tahi alaspäin. Mittauksesta saadaan tuntiakselin asettamisvirhe määrättyksi, mutta laskujen seikkaperäinen selostaminen venyttäisi tämän kirjoituksen liian pitkäksi. Erittäin nopeasti ja tarkasti voi tämänkin keinon vaatimat havainnot suorittaa valokuvausta käyttäen. Valokuvausta käyttäessäni olen havainnut hyvin sopiviksi tähdet  $\alpha$  Cassiopeiae,  $\sigma$  Ursae majoris,  $\alpha$  Ursae majoris,  $\eta$  Draconis ja  $\alpha$  Cephei, jotka valokuvataan samalle levyllä antamalla koneen olla paikallaan muutamia kymmeniä sekunteja kunkin tähden kohdalla, joten tähdet piirtävät levyllä viivoja.

Taivaan valokuvauksessa on harrastajalla mitä mielenkiintoisin työmaa. Jo pienillä valokuvauskoneilla saa ihan hämmästyttävän kauniita tuloksia. Tavallisen käsikameran voi vähillä toimenpiteillä kiinnittää mihin hyvänsä kaukoputkeen. Ursan 6-cm konetta käyttäessäni olen kiinnittänyt valokuvauskoneen ruuvilla vastapainoon (vrt. kuva 1). Tuntiakselia ruuvien avulla kiertämällä pidetään sopiva ohjaustähti samassa paikassa kaukoputken näkökenttää, jolloin valokuvauskoneessakin tähdet valottavat samoja paikkoja levyllä. Mitä lyhempi on valokuvauskoneen polttoväli, sitä helpompi on onnistuneitten kuvien saaminen. Ursan Turun osaston 6-cm koneessa riittää tuntiliikkeen ruuvi noin puolen tunnin yhtämittaiseen valottamiseen. Panen tähän pari

kuvaa, jotka olen ottanut mainittuun koneeseen kiinnitettyllä kaukoputkella, jonka objektiiviauikko on 4 cm ja polttoväli 20 cm. Plejaadien kuva (kuva 6) on valmistettu suurentamalla alkuperäinen 4 minuuttia valotettu levy 3-kertaiseksi diapositiivilevyllä, ottamalla tästä kontaktikopio paperille, pistelemällä tähtien kohdalle reiät paperiin ja ottamalla jälleen kontaktikopio. Kuva 7 taas esittää taivaannavan ympäristöä. Kuva valmistettiin suurentamalla levy 5-kertaiseksi diapositiivilevyllä ja ottamalla sitten kontaktikopio kovalle kiiltävälle paperille. Alkuperäistä levyä valotettiin puolen tuntia ja oli valotettaessa ohjaustähtenä eräs Otavan tähti. Kaukoputki ja valokuvauskone tähtäsivät siis eri suuntiin. Tuntiakseli poikkesi aika paljon taivaan navasta, jonka vuoksi tähtien kuvat tulivat hiukan viivamaisiksi. Alkuperäisellä levyllä näkyy jälkiä vielä 12. suuruusluokan tähdistä ja melkein heikentymättöminä esiintyvät tähdet myös suurennuksen paperikopiolla. Puolen tunnin valotuksella saa siis tuolla 4 cm objektiivilla paljon enemmän tähtiä levyllä, kuin mitä samalla objektiivilla näkee sitä kaukoputkessa käyttämällä. Paljain silmin näkyy kuvassa olevista tähdistä vain suurin: Pohjantähti.

Ursan Turun-osasto on ollut yhteistoiminnassa Turun Yliopiston kanssa. Yliopiston puolesta on parina vuonna näytetty yliopiston kaukoputkilla yleisölle tähtiä ja ovat näyttäjänä toimineet muutamat Ursan Turun-osaston jäsenet. Yliopiston tähtitieteelliseen kalustoon kuuluu noin 11 cm läpimittainen Newton-mallinen peiliteleskooppi ja 9-cm refraktori, joita koneita on tähtinäytännöissä käytetty, ja sitäpaitsi muutamia pienempiä koneita. Tähtinäytännöissä, samoin kuin ylioppilaitten harjoitustöissäkkin on tähän asti pitänyt kuljettaa koneet kutakin iltaa varten havaintopaikalle yliopiston pihaan. Kun tämä tietenkin on ollut hankalaa, ruvettiin viime syksynä rakentamaan yliopiston maatilalle Isoon Heikkilään pientä tähtitornia, joka tätä kirjoittaessani on niin pitkällä kuin kuvasta 8 näkyy, ja on tullut maksamaan lähes 10 000 markkaa. Pyörivään torniin on toistaiseksi aikomus sijoittaa yllämainittu 9-cm refraktori ja katsojaan päin olevaan meridianihuoneeseen yliopistolla valmistettu pieni pasaasikone. Näin vaatimattomasti varustettuna riittänee tähtitorni ylioppilaitten alkeellisiin harjoitustöihin, mutta jotta vakavampi tähtitieteellinen työskentely kävisi mahdolliseksi ja tilaisuutta tähtitieteellisiin havaintoihin jäisi tarpeeksi Ursan turkulaisille jäsenille ja muillekin tähtitieteen ystäville, olisi välttämätöntä laajentaa tätä tähtitornin alkua sekä koneisiin että rakennuksiin nähden. Hyvin tietäen, miten lähellä tähtitieteellinen harrastus on suurta yleisöä, rohkenen toivoa, että niinkuin yliopistommeikin on kansan varoista noussut, niin myös sen tähtitieteellinen laitos, joka työskentelee läheisessä vuorovaikutuksessa Ursan kanssa, löytäisi itselleen ystäviä, jotka tekisivät mahdolliseksi sen kohottamisen Turun, »kulttuurikehdon» arvon mukaiseksi observatorioksi.

Tämän kirjoituksen pyrkimyksenä ei suinkaan ole ollut antaa tyhjentyvää kuvaa tähtitieteen harrastajan työmaasta ja välineistä; sen tarkoituksen saavuttamiseksi pitäisi kirjoittaa tukeva kirja. Mikäli olen saanut tietää, onkin

tekeillä laajahko suomenkielinen tähtitieteen harrastajan opas, jonka pikaista ilmestymistä varmaankin jokainen ursalainen hartaasti toivoo. Mutta jo nyt on vieraita kieliä taitamattomillakin yksi tie avoinna hyvien neuvojen saantiin, nimittäin rohkea kääntyminen Ursan puoleen (osoite Helsinki, Geodeettinen laitos). Niille, joitten rahavarat eivät salli oman kaukoputken hankkimista, annan jo tässä neuvon: Hommatkaa paikkakunnallenne vähintään kymmenkunta jäsentä Ursaan ja pyytäkää Ursan johtokunnalta näin syntyneelle Ursan maaseutuosastolenne kaukoputkea. Maaseudulta kertyvät varathan Ursan johtokunnan päätöksen mukaisesti käytetään yksinomaan maaseudun hyväksi ja pääasiassa juuri maaseudulle hankittaviin kaukoputkiin, joitten hinnan maaseutuosastot jäsenmaksuillaan vähitellen kuolettavat.

## ENSIMMÄISET SUOMENKIELISET TÄHTITIEEEN ESITYKSET.

Kirj. V. J. Kallio.

Jos sivuutamme almanakoissa ja virsikirjojen kalentereissa olevan tähtitieteellisen aineksen, niin tapaamme varsinaisen ensimmäisen yrityksen esittää tähtitieteestä suomenkielellä kokonaiskuvan v. 1791. Silloin julkaisi Johan Frosterus luonnontieteellisen kirjansa »Hyödyllinen Huwitus Luomisen Töistä» ja esitti siinä myös noin kahdeksalla sivulla tähtitiedettä. Käsiteltävä aines on jaettu kappaleihin »Auringosta», »Kuusta» ja »Tähdeistä». Asiat kuvaillaan runsaasti uskonnollisilla mietelmillä lisättyinä ja kaikkialla ihmetellään luonnon suurta järjestystä. Näistä sivuasioista huolimatta on esityksessä myöskin asiallista tietoa. Auringosta esim. kerrotaan näin:

»Koska händä suurennus klasin kautta katzotan nijn näyttä hän olewan nijnkuin kiehuwa tulinen meri: koska kuperoilla klaseilla ja kowerretuilla speileillä hänen säkeensä yhteen kootan, nijn ne muutamisa silmän räpäyxisä sulawat blyiyn, ja muuta mikä kowa on — — —. Mutta kuka taita sanoa mingäkaldainen tuli auringo itzesänsä on.

Auringon suuruus todista myös Jumalan sanomatoinda woimaa. Hän lasketan olewan nijn suuri että tuhannen kerta tuhatta meidän maan pijriäm taidaisi mahtua auringon sisälle — — —.

Nijn suuri kuin auringo on, nijn hän kuitengin kändy ymbärinsä nijnkuin ratas wändy nawallansa vähän paremmin kuin 25 päiwän sisällä. Kuka on nyt joka sen käändelee, kuka sen ylöspitä, ja mingä päälle olisi se perustettu, eli mixi hän wäändyisänsä, ei langia muiden tähtein päälle, eli he heidän juoxusansa auringon päälle, mutta pysywät tarkasti heidän rajoisansa?»

Kuusta ovat tiedot likipitään myöskin oikeita ja havainnollisesti väritettyjä. Esimerkiksi:

»Niin kaunis kuin hän on, ei hänellä kuitengan ole waloa itzestänsä, waan saapi sen auringolda maan pijrin takaa ja lykkä sen takasin meille niinkuin yhdestä speilistä.»

Tähdistä puhuttaessa tehdään ero planeettojen eli liikkuvaisten ja liikkumattomien tähtien välillä. Planeettoja luetellaan viisi ja lisäksi juuri keksitty kuudes. Edelleen tietää tekijä, että eräillä planeetoilla on kuita. Kiertotähdistä mainitaan myös niiden kiertoaikoja ja nopeuksia.

Otawansa II osassa on C. A. Gottlund v. 1832 »Tukhulmissa» julkaissut kirjoitelman »Vanhoin suomalaisten ajanluvusta», jossa hän puhuu laveasti asiaan liittyvistä kansanomaisista nimityksistä, ajanlaskun uudistuksista ja lopuksi kansanomaisista tähtien nimistä mainiten m. m. seuraavat nimitykset:



Otava, Lapin- tai Väinämöisen otava, Väinämöisen miekka, Aaronin sauva, Ämmän-rukki, Seulaajaiset, Kolmuiset, Koi-tähti, Ehto-tähti ja lisäksi Pyrstö-tähti sekä Linnun-ratas.

Muutamia vuosia myöhemmin, v. 1836 ilmestyi ensimmäinen suomenkielinen kirja, joka oli omistettu pääasiassa tähtitieteelle. Kirjoittajana oli E--r ja nimenä »Lyhykäinen Kertomus Taiwaasta ja Maasta, Kuusta ja Tähdteistä ja n. e.» Kirjanen on 12:0 kokoa ja sisältää 24 sivua. Lopussa on lyhyt ilmatiede. Seuraavassa muutamia piirteitä tämän tähtitieteen sisällyksestä:

»Tarpeellisten tietojen ja neuvojen puutos on suurin syy niihin vahinkoihin ja onnettomuuteen, kuin kaikilla mailla usein kohtavat Talonpojan säätyä. Ei kellän ole parempaa tilaisuutta viisaaksi ja taitavaksi tulla kuin talonpojalla, jos hän waan tahtoo ruveta itse ajatteleman ja toimittaman itsellensä käsityksiä kaikista asioista.»

Näin alkaa kirja, sen jälkeen perustellaan edelleen, kuinka tarpeellista on tietää, ja otetaan esimerkki:

»Kuka eikö naurais sille maanviljelijälle joka olisi asunut wiisi- tai kuusikymmentä ajastaikaa yhdessä talossa, mutta ei kuitenkaan tietäisi kuinka isot taikka kuinka jaetut sen tilukset owat, mitkä siinä naapurina owat taikka mitä lajia ihmisiä sen isäntä, paikkakunnan tuomari taikka muut wirkamiehet owat?»

Varsinaisessa esityksessä tehdään aluksi erotus planeettojen ja muitten tähtien välillä ja ilmoitetaan, että Maakin on planeetta. Maa ei seiso pilarien päällä; aurinko, kuu ja tähdet ovat päinvastoin isoja ympyriäisiä palloja, ne

»heiluwaat irtaimena ilmassa ja kulkewaat suurella pikaisuudella niiden toisten wiellä isompain pallien ympäri jotka seisowat paikallansa ja owat aurinkoita, mutta kutsutan myös tähdeiksi.»

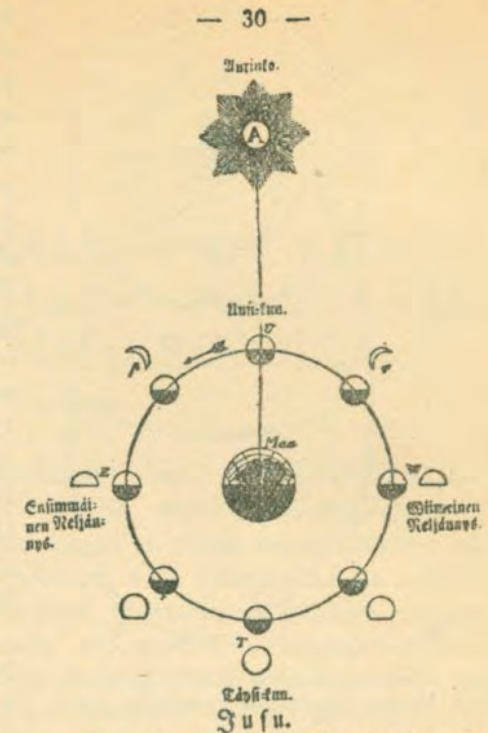
Planeetoista käsitellään seitsemän suurta, Maa lukuunotettuna ja lisäksi Ceres, Vesta, Pallas ja Juno, joista ilmoitetaan, että ne owat Saturnuksen radan ulkopuolella. Kiertotähdistä ilmoitetaan niiden etäisyyksiä auringosta, kiertoaikoja, kuita y. m. Pyrstötähtien kyvyn ennustaa vahinkoa ihmisille, sotaa, ruttoa y. m. väitetään olevan turhaa jaaritusta ja valhetta. Kun tahdotaan selittää, mitenkä on saatu selville tähtien suuruus ja etäisyydet, niin verrataan sitä maanmittarin työhön.

Tämän jälkeen selitetään painovoimaa ja maan pyörimistä itsensä ympäri ja jatketaan näin:

»Ja samaten kuin yksi, joka seisoo yhdellä jalalla wäöntää itsensä huonessa ympäri, huomaa sen siksi ikäskuin ikkuna ja koko huone käwis ympäri, niin se meistäkin näkyy kuin aurinko ja kaikki tähdet kiirisit ympäri, waikka ne kaikki owat aiwan allallansa ja maa yksinänsä meren ja kaikkein kappalten kanssa menee ympäri. Että maa seisoi, mutta meidän aurinkomme ja kaikki planetit ja muut aurinkot joita me tähdeiksi kutsomme kiirisit ympäri meidän maatamme, se on niin tyhmä ja joutawa luullo, että sen yksiker- taisimman ihmisen täytyy siihen naurahtaa, kuin hän tietää kuinka kaukana aurinko on meistä.»

Lopuksi selitetään vuodenajat, kuunvaiheet, kuun- ja auringonpimenykset ja kuunpinta, jolloin myös saadaan tietää, että koska kuussa on maata

tiisa eikö 89 milionia kahdeksan sataa wiisi- toisikymmentä tuhatta yheksän sataa kolme- kymmentä ja kaksi penikulmaa wuorokaudessa, tosta kuitenkin iota paikka maassa ei tulje endurydä kuin wähdä oli kaksi penikulmaa minuutissa, joka näköy olewan tyllä tulleu. Ja jos se tulin niissä muissa aurinkoilla eli seisowissa tähdeissä, joka kum- minku on neljästata tuhatta kertaa kauem- pana maasta kuin aurinko on, jos se kullisi ym- päri maata kerran wuorokaudessa, niin hän lennäs neljäkolmattakymmentä tuhatta yheksän sataa neljäkymmentä ja kahdeksan milionia ja kahdeksan sataa tuhatta penikulmaa joka minuutissa, eli 89 kolmekymmentä ja kuusi biliontia, yheksän sataa kuusikolmatta tuhatta kertaa katoa katoa seitsemänkymmentä ja kaksi milionia ja kahdeksan sataa tuhatta penikulmaa yhdessä wuoro- kaudessa. Yksi bilioni on niin paljo kuin tuhans- nen kertaa tuhannen milionia, ja yksi milioni niin paljo kuin tuhannen kertaa tuhatta; luulisko siis joku tain tuluun mahdolliseksi? — Ja jos pfi- nään se iso aurinko, johonka maa on yhdistetty nä- kymättömällä woiimalla, juoksis maan ympärillä ja maa seisoi paikallansa, niin se olisi melkein sama kuin jos pantasi bewoinen kiinni yhden köyden päädän ja hiiri toisen päädän ja niin waadittaisi bewoinen suorilla köyvedellä täpötä tarkua juokseman hiiren ympärillä. Oisiko se mahdollista että hiiri tämän oheksa woiis biljojemia eitä? Ei suinkaan, waan se häilytteläsi sinne ja tänne; mutta jos waadittaisi hiiriä juokseman bewoisen ym- päri, niin se tyllä seisoi paikallansa. Tästä wera- taufsesta kumpaitte bewoinen aurinko ja hiiri maata. Eitä siis tiedämme tuinta iso aurinko ja tuinta wä- häinen maa on, niin se on sestä tyhmää että jumal- latoinda uskoa että se wiisias kuoja oijji niin huonosti ajettanut että sen ison aurinkon ruidä kulkeman maan ympärillä kerran wuorokaudessa ja näin siis wa- chinaan kahdeksankymmentä ja yheksän milionia ka-



Kuu ei liene kaukana Maasta, koskahan niin kumpana kulkee Maan myötä.  
E n o.  
On sinne 35,000 penikulmaa, joka mat- ka on kuitenkin sängen wähdä sen suhteen, kuin

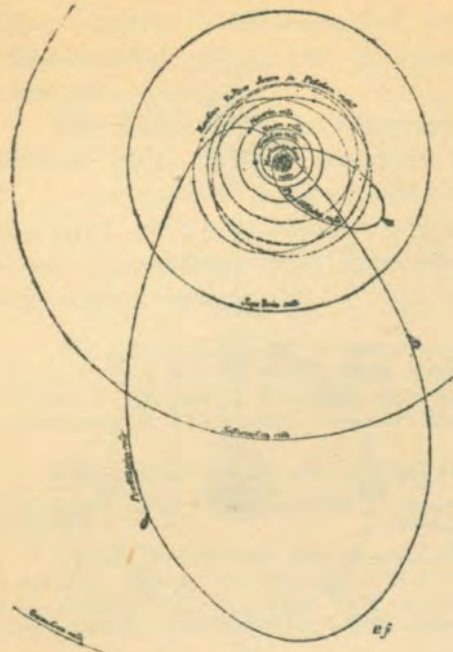
Sivu 13 kirjasta »Lyhykäinen kertomus Taiwaasta j. n. e. vuodelta 1836.

Sivu 30 Wareliuksen kirjasta »Enon Opetuksia» vuodelta 1845.

ja vettä, niin mahtaa siellä totisesti löytyä eläviä ja järjellisiä luontokappaleita niinkuin tässäkin maassa, vaikka ei näiden järjellisten olentojen juuri tarvitse olla ihmisiä. Myöskin planeetoissa kerrotaan olevan vuoria, laaksoja, järviä ja meriä ja myöskin asukkaita. Päätökseksi tulee tekijä seuraavaan, Maan asukkaille hiukan lohduttomaan tulokseen:

»Uskottawa on myös että me ihmiset ja ne elävät kuin täällä maassa löytyvät owat huonompaa laja olennoita kuin Jumala on luonut, ja että paljo viisaampia ja täydellisempiä olennoita asuu niissä isommissa maissa joita olemme nimittäneet. Sentähden ei ole meidän kerskaamista sen wähdän taidon ja käsityksen ylitse kuin meillä täällä saattaa olla.»

1840-luvulla ilmestyi suomenkielellä useita eri teoksia, jotka käsittelivät myöskin tähtitiedettä ja jotka vielä kuuluvat tämän kirjoituksen puitteisiin. Näistä on ensiksi mainittava v. 1844 Kuopiossa painettu »Geografia eli Maan Opas. Suomentama A. E. Ahlqwistiltä.» Alkuperäisen laitoksen tekijä oli Platou. Tässä on noin 9 sivua tähtitieteellisiä seikkoja. Niistä poimitaan tähän



Aurinkokunnan kartta Wareliuksen kirjasta »Enon Opetuksia» vuodelta 1845.

vuorokeskustelun muodossa Enon ja Jusun välillä ja on erinomaisen hauska ja valaisevasti kirjoitettu. Otetaan tähän pieni näyte kirjoitustavasta:

»JUSU.

Selittäkääs nyt, Enoni, kuinka tähdet ehtivät vuorokaudessa maan ympäri kiertäisänsä' niin suunnattoman kaukaa; ja jota kauwempina ovat, sitä pidempi on heidän matkansa'.

ENO.

Ei ne kiertelekkään maan ympäri, vaan ovat omilla oloillansa'; mutta maa kiepsahtaa kerran ympärinsä' vuorokaudessa lännestä itään, ja sentähden näyttää juuri kuin kaikki tähdet kuune ja aurinkone kulkisivat idästä länteen — — —»

Mainitsen tässä eräitä Wareliuksen käyttämiä nimityksiä, varsinkin sellaisia, joita ei aikaisemmin ole käytetty: *Wedäntö* (vetovoima), *tasaus-piiri* (päiväntasaaja), *kiertolainen* (kiertotähti), *kulku-tähti* (kiertotähti), *hetki* (tunti), *minuutti*, *kurkistin* (kiikari) ja *taivaskappale*. Kirjoituksessa on kuva kuunvaiheista, Saturnuksesta ja aurinkokunnan kartta ratoineen.

Teoksessa »Lukemisia Suomen Kansan Hyödyksi. I.» on kirjoitus »Johdatus Yleiseen Maa-Tietoon», jossa on myöskin tähtitiedettä. Siihen liittyy itäisen ja läntisen pallopuoliskon kartta ja kuva maapallosta. Asiallisesti ja kielellisesti se on pääasiassa Wareliuksen kirjoituksen tapainen.

Vaatimaton oli suomenkielisen tähtitieteellisen kirjallisuuden alku; sillä on kuitenkin aikoinaan ollut merkityksensä tähtitieteellisen tiedon antamisessa ja sanaston luomisessa.

seuraavassa vain eräitä nimityksiä: *Näkö-ala* eli *taivaan ranta*, *kiintonaiset tähdet*, *liikuvat tähdet*, *pyrstö-* eli *tukkatähdet*, *aurinkokunta*, *hetki* (minuutti), *räpäys* (sekunti), *pohjois napa*, *päivän tasaaja*, *puolipäivän piiri*, *käännepiiri*, *nappapiiri* ja *graadi* (aste). Näistä useimmat ovat vieläkin käytännössä. Samana vuonna 1844 oli »Maamiehen ystävässä» pieni kirjoitus tähtitieteestä.

Vuotta myöhemmin ilmestyivät Helsingissä Antero Wareliuksen »Enon Opetuksia Luonnon asioista I.» ja »Lukemisia Suomen Kansan Hyödyksi, Sawo-Karjalaisten Oppiwaisten toimittamia. I.», joissa on myöskin kirjoituksia tähtitieteen alalta.

Warelius käsittelee tähtitiedettä kappaleessa III: »Maailman rakennuksesta», jota on noin parikymmentä sivua. Hänen esityksensä tapahtuu

## KAKSOISTÄHTIEN VÄLIEN JA KIINTO-TÄHTIEN HALKAISIJAIN MÄÄRÄÄMINEN INTERFERENSSIKEINOLLA.

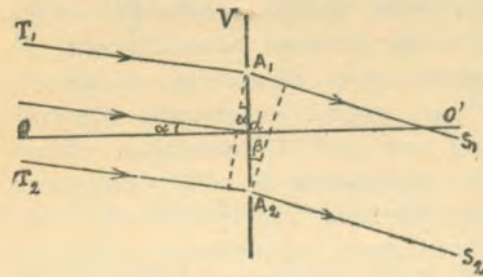
Kirj. Uuno Pesonen.

Tarkasteltaessa niitä ihmeellisiä saavutuksia, joihin tähtitieteilijät ja fyysikot ovat päässeet, tuntuu usein kummalliselta, kuinka muutamilla aloilla on onnistuttu menemään pitkälle toisten alojen jäädessä huomattavasti jälkeen. Onhan esim. jo vuosikymmeniä tiedetty, mitä alkuaineita on taivaankappaleissa, jotka ovat meistä tuhansien jopa kymmenientuhansien valovuosien päässä, mutta aivan viimeisiin vuosiin asti ovat tähtitieteilijäin ponnistukset näiden taivaankappaleiden välisten etäisyyksien ja niiden ko'on, siis tähtiavaruuden rakenteen selville saamiseksi johtaneet epätydyttäviin tuloksiin. Kun kuitenkin ajattelee niitä hirvittävän suuria välimatkoja, jotka tässä tulevat kysymykseen, ja niitä keinoja, joita niiden suoranaiseksi mittaamiseksi on olemassa, ei enää ihmettelekään tulosten laihuutta. Jos muodostamme avaruudesta oikeasuhteisen niin pienennetyn kuvan, että kiintotähdet ovat keskimäärin neulannupin kokoisia niin ne tulevat olemaan keskimäärin 50 km:n päässä toisistaan, ja maan radan halkaisijaa vastaa n. 20 cm. Tätä me olemme pakoitetut käyttämään perusjanana »kolmiomittauksessa», jonka avulla kiintotähtien etäisyyksiä suoranaisesti määrätään! Vielä hullummaksi tulee asia, jos yritämme määrätä sitä kulmaa, jossa tuo neulannupin halkaisija näkyy 50 km:n päästä, mikä vastaa muutamien meitä lähinnä olevien kiintotähtien näennäisen läpimitan suoranaista mittaamista, ja kuitenkin seuraavassa pääpiirteissään selitettävä *interferenssikeino* tarjoaa mahdollisuuden tähänkin, samoin kuin hyvin lähellä toisiaan olevien kaksoistähtien välin määrittämiseen.

Interferenssikeino pienten kulmien mittaamiseksi perustuu Michelsonin jo v. 1890 julkaisemaan periaatteeseen, jota hän silloin arveli voitavan käyttää kaksoistähtitutkimuksessa. Kuitenkin luultiin ilman rauhottomuuden vai kuttavan, ettei tämä hyvä periaate tuottaisi mitään käytännöllisiä tuloksia, jonka vuoksi vasta v. 1919 alettiin Yerkes- ja vähän myöhemmin Wilson-vuoren observatorioissa tehdä kokeita. Nämä johtivat pian parempiin tuloksiin kuin yleensä oli odotettu osoittaen, etteivät pelätyt ilmahäiriöt, jotka kylläkin suuresti vaikeuttivat havaintoja, kuitenkaan olleet niin haitallisia kuin oli luultu.



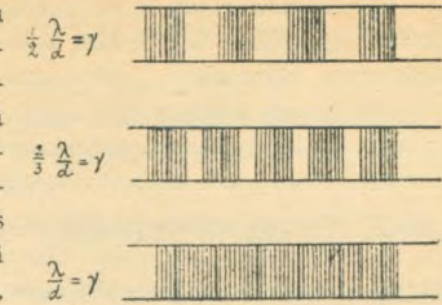
*Michelsonin* periaatteen ymmärtämiseksi on meidän palautettava mieleen nykyaikainen käsitys siitä valosta, joka saapuu tähdistä meille. Jokainen tähden pinnalla oleva valaiseva piste säteilee pallopinnan muotoisesti levenevä valoaaltoja yhdistettyä valoa, siis sellaista, jossa on sekaisin eripituisia valoaaltoja. Koska kuitenkin n. s. efektiivinen aaltopituus, — valokuvauslevyyn tai silmään pääasiallisesti vaikuttavien valoaaltojen pituus — on suhteellisesti suppeiden rajojen puitteissa, voimme tässä selvyiden vuoksi rajoittua käsittelemään vain yhtä aaltopituutta sisältävää, monokromaattista valoa. Maahan saapuvia valoaaltopallopintoja voidaan tässä pitää tasoina, kun tähtien etäisyydet, pallojen säteet, ovat niin suuret. Jokaisesta tähden pinnan loistavasta pisteestä saapuu maahan valoaaltopintoja (tasoja), joilla värähdykset ovat keskenään samassa vaiheessa (faasissa) ja voidaan siis käyttää interferenssi-ilmiön aikaansaamiseen saattamalla ne kulkemaan eri pitkiä matkoja ja sitten yhtymään, kun taas tähden pinnan eri pisteistä saapuvat valoaaltopinnat ovat



Kuvio 1.

keskenään kaikissa mahdollisissa eri vaiheissa. Kuvio 1 valaisee yhdestä pisteestä lähteneen valon interferenssi-ilmiötä näihin mittauksiin käytettävässä kojeessa. Varjostin V on asetettu tähden suunnatun kaukoputken objektiivin eteen kohtisuoraan sen kuvion tasossa olevaa optillista akselia  $OO'$  vastaan (objektiivin on kuviosta selvyiden vuoksi jätetty pois). Varjostimessa on kaksi suorakulmion muotoista rakoja  $A_1$  ja  $A_2$  yhtä kaukana optillisesta akselista ja siten, että niiden yhdistysviiva kulkee optillisen akselin kautta. Rakojen välimatka olkoon  $d$ . Kun nyt tähdestä saapuu valoa rakoihin  $A_1$  ja  $A_2$ , etenee se *Huygensin* periaatteen mukaan niistä kaikkiin suuntiin. Tarkastamme erikoisesti sitä kojeeseen saapuvaa valopintaa, jonka kuvion tasossa oleva normaali muodostaa optillisen akselin kanssa pienen kulman  $\alpha$  (valonsäteet  $T_1$  ja  $T_2$ ). Raoista etenevät samat värähdykset m. m. suunnassa  $A_1S_1$ ,  $A_2S_2$  muodostaen kulman  $\beta$   $OO_1$ :n kanssa (edelleenkin kuvion tasossa) ja kuljettuaan kaukoputken objektiivin kautta yhtyvät yhteen pisteeseen sen polttotasossa. Kuviosta näkyy, että jos  $\beta$  ei ole yhtä suuri kuin  $\alpha$ , värähtelyt (valonsäteet) ovat tällöin kulkeneet eri pitkät matkat, ja on matkaerotus  $= d (\sin \beta - \sin \alpha)$ . Kun kulma  $\beta$  saa eri arvoja, yhtyvät säteet eri pisteissä objektiivin polttotasoon ja kuvion tason leikkaussuoralla. Jos  $\beta$ :lla on sellainen arvo, että valosäteiden matkaerotus  $d (\sin \beta - \sin \alpha)$  on valoaaltopituuden kokonainen monikerta, ovat värähtelyt yhtyessään samassa vaiheessa ja vahvistavat toisiaan, mutta jos se on aaltopituuden puoliskon pariton monikerta ( $\frac{1}{2} \lambda$ ,  $\frac{3}{2} \lambda$ ,  $\frac{5}{2} \lambda$  j. n. e.), ovat ne päinvastaisissa vaiheissa ja kumoavat toistensa vaikutuksen. Edellisessä tapauksessa tulee yhtymäpiste valaistuksi, jälkimmäisessä jää se pimeäksi. Näin syntyy objektiivin polttotasoon

yhtenäinen rakojen  $A_1$  ja  $A_2$  yhdistysuoran suuntainen sarja poikittaisia interferenssi-juovia. Kun  $\beta = \alpha$ , niin valosäteiden kulumat matkat ovat selvästi yhtä suuret, ja sitä suuntaa vastaavaan polttotasoon pisteeseen syntyy siis valomaksimi, joka kummallekin sivulle päin heikkenee, kunnes tulee valominimit j. n. e. Jos kysymyksessä olevan valoaallon pituus merkitään  $\lambda$ :llä, saadaan kuvion avulla helposti selville, että kahden peräkkäisen valomaksimikohdan



Kuvio 2.

kulmaväli on  $= \frac{\lambda}{d}$ . Interferenssijuovat ovat siis sitä tiheämmässä kuta pitempi aukkojen välimatka  $d$  on.

Jos nyt tarkastetaan tähden jostakin toisesta pisteestä lähtenyttä valoaaltopintaa, jonka normaali muodostaa optillisen akselin kanssa kulman  $\alpha'$ , niin huomataan taas aivan samanlainen ilmiö, interferenssijuovat ovat ainoastaan siirtyneet kulman  $\alpha - \alpha'$  verran, sillä ensimmäinen valomaksimi saadaan nyt  $\beta$ :n ollessa  $= \alpha'$ . Olkoon tarkastettavan tähden näennäinen läpimitta (siis se kulma jossa sen läpimitta näkyy)  $= \gamma$ ; tämän suuruisen kulman täyttävät silloin tähden eri pisteistä tulevat valonsäteet, ja siis valomaksimit, valaistut interferenssijuovat polttotasossa, ovat levenneet kulman  $\gamma$  verran. Nythän voisi ajatella määrättäväksi tähden näennäisen halkaisijan siten että mitattaisiin valomaksimien levennys. Se on kuitenkin hyvin vaikeata, sillä levennys on sangen pieni, ja varsinkin siksi, että valokuovien reunat eivät ole tarkkapiirteisiä. Tämän vaikeuden välttää *Michelson* mukavasti muuttamalla aukkojen  $A_1$  ja  $A_2$  välin  $d$  sellaiseksi, että valoisat juovat ulottuvat toisiinsa asti ja saadaan yhtenäisesti valoisa nauha, jossa poikittaisjuovat eivät enää erotu. Että tämä on mahdollista, nähdään seuraavasta tarkastelusta (vrt. myös kuviota 2):

Tiedämme edellisestä että valomaksimien väli on  $\frac{\lambda}{d}$  ja niiden leveys  $\gamma$  (kulmamotoissa lausuttuina). Oletetaan nyt ensiksi että  $\gamma < \frac{\lambda}{d}$ . Tällöinhän voidaan  $d$  suurentaa niin, että tulee olemaan  $\gamma = \frac{\lambda}{d}$ , jolloin valokuovien reunat selvästi yhtyvät. Taikka kun valokuovat ovat reunoiltaan heikompivaloisia kuin keskeltä, syntyy mahdollisimman tasavaloinen nauha vasta silloin, kun poikittaisjuovat reunoilta peittävät toisensa, siis kun  $\gamma > \frac{\lambda}{d}$ . Tarkka lasku osoittaa, että kun on tutkittavana ympyrän muotoisena näkyvä valopinta, interferenssijuovat häviävät arvolla  $\gamma = 1.22 \times \frac{\lambda}{d}$  tai yleisemmin kun  $\gamma = 1.22 k \frac{\lambda}{d}$ , jossa  $k$  on kokonaisluku.

Interferenssikeino, jota edellisen selostuksen mukaan voidaan käyttää tähden näennäisen halkaisijan määrittämiseen, soveltuu myös likekkäisten kaksoistähtien näennäisen välin määrittämiseen, kuitenkin sillä edellytyksellä että molemmat komponentit ovat jokseenkin yhtä valoisia. Jos tarkastamme ensiksi vain toista komponenttia, niin edellisen mukaan syntyy siitä interferenssi-juovasysteemi, jossa siis yhtä leveät valoisat ja pimeät poikittaisjuovat vuorottelevat ollen kahden peräkkäisen valojuovan väli  $= \frac{\lambda}{d}$ . Toisesta komponentista syntyy samanlainen systeemi, jossa vain kukin valomaksimi on edelliseen nähden siirtynyt yhtäsuuren kulman  $\varepsilon$ , mikä on komponenttien näennäinen väli. Nyt voidaan rakojen väli  $d$  muuttua juuri sellaiseksi, että  $\varepsilon = \frac{1}{2} \frac{\lambda}{d}$ , jolloin toisen komponentin valoisa juova sattuu toisen mustalle juovalle ja saadaan mahdollisimman tasavaloinen nauha.

Käytännössä tapahtuu mittaaminen *Michelsonin* interferenssikeinolla seuraavaan tapaan: Mitattavaan tähteen suunnatun kaukoputken objektiivin eteen asetetaan kahdella aukolla varustettu varjostin, jonka aukkojen väliä voidaan ruuvin avulla muuttaa. Näin saadaan syntymään kaukoputken polttotasoon interferenssijuovasysteemi. Aukkojen välimatka tehdään nyt sellaiseksi, että juovat mahdollisimman tarkoin häviävät. Kun tähden efektiivinen valoaltopituus voidaan arvioida sen spektriluokasta, ja aukkojen väli mitataan, voidaan halkaisija silloin aikaisemmin annetun kaavan  $\gamma = 1.22 \frac{\lambda}{d}$  mukaan laskea. Jos on kysymyksessä tähtihalkaisija, niin tulos on tietysti sama käännettäkään varjostin miten päin hyvänsä, mutta jos on määrättävänä kaksoistähtien komponenttien väli, niin tulos on riippuvainen aukkojen yhdistysviivan suunnasta. Jälkimmäisessä tapauksessa menetelläänkin siten, että väli  $d$  asetetaan aluksi vähän suuremmaksi, kuin mikä vastaisi komponenttien väliä. Kun silloin aukkojen ja komponenttien positiokulma on sama, ovat interferenssijuovat näkyvissä. Sitten käännetään varjostinta kulman  $\delta$  verran, mistä on seurauksena aukkojen välin pieneneminen tähden komponenttien yhdistysviivan suunnassa arvoon  $d \cos \delta$ , ja silloin kun tämä arvo vastaa komponenttien väliä, siis kun  $\frac{1}{2} \frac{\lambda}{d \cos \delta} = \varepsilon$ , juovat taas mahdollisimman tarkoin häviävät.

Kuten jo on mainittu, ehdotti *Michelson* aluksi interferenssikeinoa käytettäväksi sellaisten kaksoistähtien komponenttien välin määrittämiseen, joita suurimmillakaan kaukoputkilla ei enää voida määrätä. Tiedämme nimittäin, että pienin mahdollinen kulma, joka jollakin kaukoputkella voidaan havaita (mutta ei enää mitata) on parhaissa olosuhteissa  $= 1.22 \frac{\lambda}{D}$ , jossa  $D$  merkitsee kaukoputken objektiivin läpimittaa. Samalla kaukoputkella taas edellisen mukaan interferenssikeinolla voidaan vielä mitata kulma  $0.5 \frac{\lambda}{D}$ , sillä aukkojen välihan

voidaan tehdä ainakin lähes  $D$ :n suuruiseksi. Siis kulmien  $1.22 \frac{\lambda}{D}$  ja  $0.5 \frac{\lambda}{D}$  välisten (ja vähän suurempienkin) kulmien mittaamiseen voidaan tätä keinoa käyttää ilman mitään lisälaitteita. Tosin tulokset ovat toistaiseksi olleet jokseenkin vähäiset johtuen pääasiassa siitä, että komponenttien suuruuserotus ei saa olla enempää kuin yksi suuruusluokka.

Vuonna 1920 *Anderson* ja *Pease* ryhtyivät Wilson-vuoren suurella Hooker-peilikaukoputkella (toistaiseksi maailman suurin, pääpeilin läpimitta 258 cm) kokeilemaan tällä keinolla soveltaen sitä ensimmäisenä kaksoistähti Capellaan (*a Aurigae*), sen komponenttien rata-alkiot kun jo ennestään suurella tarkkuudella tunnettiin spektroskooppisista tutkimuksista, samoin sen parallaksi, joten komponenttien näennäinen välikin voitiin jo etukäteen laskea. Heidän käyttämänsä laite interferenssi-ilmion synnyttämiseksi erosi hiukan *Michelsonin* esittämästä. Pääosana siinä oli aivan yksinkertainen n. 70 cm:n pituinen umpinainen metalliputki AC (kuvio 3). Putken toiseen päähän oli tehty kaksi suorakulmaista aukkoa ja toisessa päässä oli vahvasti suurentava okulaari E, jolla juovia tarkastettiin. Putki oli asetettu reflektorin polttopinnan lähelle ja voitiin sitä kiertää optillisen akselin ympäri. Tämä n. s. interferometri erosi siis *Michelsonin* ehdotuksesta siinä, ettei varjostin ollut objektiivin edessä vaan vasta objektiivin ja okulaarin välissä laskien aukoistansa konvergoivia valosäteitä. Periaate on kyllä aivan sama, mutta tämä oli pienuutensa takia kevyempi ja mukavampi käsitellä. Aukot vastasivat  $18 \times 28$  cm:n suuruisia 120—200 cm:n päässä toisistaan olevia aukkoja, jotka olisivat olleet objektiivin edessä. Aukkojen alkuperäinen väli valittiin sellaiseksi, että niiden yhdistyssuunnan piti muodostaa n.  $35^\circ$  kulma tähden komponenttien yhdistyssuunnan kanssa, jotta juovat hävisivät. Havainnot, joita tehtiin kuutena yönä, onnistuivat odottamattoman hyvin. Yhden positiokulmahavainnon keskivirhe oli  $0''.15$ , joten sekä positiokulma että varsinkin komponenttien näennäinen väli tuli hyvin tarkkaan määrättyksi. Tulos oli käytännöllisesti katsoen sama kuin ennen toisin tavoin saatu ja siis oivallinen todistus tämän keinoon kelpoisuudesta. Tuloksista laskettiin seuraavat rata-alkiot: isoakselin puolisko  $a = 0''.05249$  (erosi vain  $0''.00004$  entisestä), ratatason kaltevuus  $i = 140^\circ 30'$ , kiertoaika 104.004 vrk, komponenttien massat  $m_1 = 4.62$  ja  $m_2 = 3.65$  (aurion massa yksikkönä) ja parallaksi  $\pi = 0''.0600$ , niin että komponenttien väli on vain n. 131 miljoonaa kilometriä eli vähän pienempi kuin maan etäisyys auringosta.

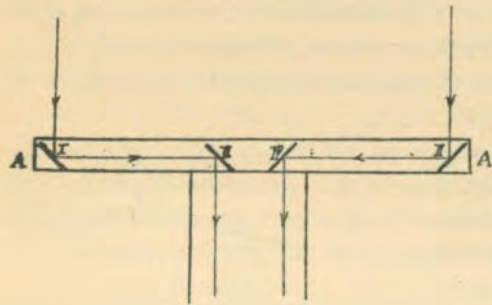
Edellisen hyvän tuloksen rohkaisemina *Anderson* ja *Pease* ryhtyivät vielä vaikeampaan tehtävään, nim. kiintotähtihalkaisijan määrittämiseen. Tähän tehtävään ei heidän käytettäväänään olevan maailman suurimmankaan peilikaukoputken halkaisija »perusjanana» eli aukkojen välimatkana riitä, sillä jos



Kuvio 3.

d:lle kaavassa  $\gamma = 1.22 \frac{\lambda}{d}$  annamme arvon 250 cm ( $\lambda = 550 \times 10^{-7}$  cm),

saamme pienimmäksi halkaisijaksi, joka sillä voitaisiin mitata  $\gamma = 0''.055$  ja kiintotähtihalkaisijat ovat toisin tavoin saatujen tulosten mukaan pienempiä. Aukkojen väli oli siis jollakin tavalla saatava suuremmaksi. Sitä varten Pease rakensi laitteen, jota kaavamaisesti esittää kuvio 4. Kaukoputken pääpeilin eteen rakennettiin noin kuuden metrin pituinen palkki AA kannattamaan peilejä I, II, III, IV, jotka kuvion osoittamalla tavalla olivat asetetut  $45^\circ$  kulmaan optilliseen akseliin nähden. Äärimmäiset peilit I ja II vastaavat nyt aukkoja, ja tähdestä saapuva valo heijastuu niistä ensiksi sisempiin peileihin ja sitten objektiivin. Peilien ollessa palkin päissä, siis noin kuuden metrin päässä toisistaan, voitiin nyt mitata  $0''.02$  suuruinen kulma. Tietysti tällaisen kojeen käsittelyssä esiintyy suuria vaikeuksia. Pieninkin palkin taipuminen esimerkiksi on koetettava estää, ja sitä varten se on rakennettu sopivan muotoiseksi taivutetusta teräslevystä. Ensimmäisenä otettiin mitattavaksi Betelgeuze ( $\alpha$  Orionis), koska sen suuresta valovoimasta ja punaisesta väristä voitiin etukäteen päätellä, että sen näennäinen halkaisija olisi suuri. Monien kokeilujen perästä päästiin vuoden 1920 lopulla toivottuihin tuloksiin,



Kuvio 4.

kun interferenssijuovat hävisivät peilien ollessa 3.03 metrin päässä toisistaan. Näennäiseksi halkaisijaksi saadaan siitä, kun oletetaan efektiiviseksi aaltopituudeksi  $\gamma = 550 \times 10^{-7}$  cm,  $\gamma = 0''.046$ , ja parallaksin  $\pi = 0''.018$  mukaan saadaan, että Betelgeuzen halkaisija olisi 260 kertaa niin suuri kuin auringon, toisin sanoen ettei se mahtuisi maan radan sisälle. Myöhemmin onnistui Pease mittaamaan Arkturuksen ( $\alpha$  Bootis) halkaisijan  $\gamma = 0''.0237$  eli parallaksin arvolla  $\pi = 0''.116$  noin 30 kertaa auringon halkaisija. Tähänastisten tietojen mukaan on vielä mitattu ainakin Aldebaranin, Antareksen ja Mira Ceti'n halkaisijat. Jotta kyettäisiin mittaamaan vähän pienempienkin tähtien halkaisijoita, on Wilson-vuoren observatoriossa suunniteltu rakennettavaksi kokonaista 20 metrin pituinen palkki Hooker- teleskooppiin.

Kaikkien edellä mainittujen mittausten tulokset sopivat erinomaisen hyvin yhteen niiden vastaavien arvojen kanssa, jotka ovat johdetut aivan toisia teitä, nojaten eräisiin olettamuksiin siitä, miten tähdet säteilevät energiaa. Siten on tämä keino, vaikka sitä toistaiseksi on voitu soveltaa niin harvoihin tähtiin, kuitenkin jo tuottanut suurta hyötyä. Onhan se m. m. ratkaissut myönteiseen suuntaan olettamuksen jättiläistähtien esiintymisestä alemmissa spektriluokissa puhumattakaan siitä, että se on osoittanut oikeiksi äsken mainitut oletukset ja siis myös niihin perustuvat sadat spektroskooppisista tutkimuk-

sista johdetut kiintotähtihalkaisijain arvot. Paljon pienempien tähtien halkaisijamääräyksiin ei *Michelsonin* interferenssikeinoa tosin voida käyttääkään, vaan ehkäpä tulevaisuus tälläkin alalla tuo yhä uusia parannuksia. — Mainittakoon tässä yhteydessä, että eräs venäläinen *Pokrowsky* on kymmenkunta vuotta sitten keksinyt aivan toisenlaisen, valon elliptiseen polarisatioon perustuvan interferenssikeinon, jolla yhden metrin perusjanaa käyttäen pitäisi voida mitata vielä  $0''.0006$ :n suuruinen halkaisija, jos tähti on niin kirkas kuin *Sirius*. Keinon käytäntöön soveltamisessa esiintyy kuitenkin vielä suurempia vaikeuksia kuin *Michelsonin* keinossa, joten on epäiltävää, voiko se saavuttaa käytännöllistä merkitystä. Ainakaan toistaiseksi ei kukaan ole sillä kokeillut.

## AURINKOKUNTAMME IÄSTÄ.

Kirj. Erik Palmén.

1800-luvun keskivaiheilla syntyi tieteellisessä maailmassa kiista niiden geologisten aikakausien pituudesta, jotka ovat kuluneet siitä asti, kun kiinteä maakuori tuli eläville olennoille asuttavaksi. Kaikkina aikoina esiintyneistä tieteellisistä riidoista on tämä opettavimpia. Toiselle puolelle asettui sen ajan etevimpiä fyysikoita, kuten lordi *Kelvin* ja *Helmholtz*, toiselle taas geologeja sekä myöhemmin suuri joukko biologeja. Vielä tärkeämmäksi tuli kysymys varsinkin sen johdosta, että se oli yhteydessä sen kysymyksen kanssa, miten kauan hitaasti kylmenevä aurinko vielä voi tyydyttää organismien lämmöntarvetta. Tämä tieteellinen riita, joka jatkui verraten kauan ja joka vasta viime aikoina on loppunut geologien edustaman kannan lopulliseen voittoon, on kenties selvemmin kuin mikään muu samantapainen osoittanut, miten vaarallista on liian yleisten johtopäätösten tekeminen, ellei samalla kiinnitetä tarpeeksi suurta huomiota mahdollisiin uusiin tieteellisiin löytöihin. Kysymyksenalainen oppiriita loppuikin siten, että *Kelvinin* ja *Helmholtzin* näöltään niin johdonmukainen ja järkkymätön päättely auttamattomasti kaatui yhden ainoan tieteellisen löydön takia. Itse asiassa on fyysikaalinen tiede *Helmholtzin* jälkeen kehittynyt niin hämmästyttävästi, että nyt kokonaan toisin edellytyksin voimme uudelleen ryhtyä käsittelemään tuota ikivanhaa kysymystä planeettakunnan iästä. Kirjoituksessamme esiintyvillä aloilla ovat fysiikkaa vieneet viime aikoina eteenpäin henkilöt sellaiset kuin *Curie*, *Planck*, *Einstein*, *Eddington* ja *Nernst*. Aluksi tahdomme kuitenkin muutamain sanoin mainita eräitä tieteen aikaisempia saavutuksia.

Onhan tunnettua, että aurinkokunta katsotaan syntyneeksi laajalle levinneestä erittäin ohuesta kaasusumusta, joka on vähitellen vetäytynyt kokoon ja kutistumisen johdosta lämminnyt sekä tullut loistavaksi. (Alkusumu on ulottunut kauas uloimman planeetan Neptunuksen radan ulkopuolelle.) Vähitellen tapahtuvan kutistumisen aikana syntyi painovoiman vaikutuksesta eri aikoina kaasurenkaita, jotka vuorostaan tiivistyksen muuttuivat planeetoiksi sekä niiden kuiksi. Pienemmän massansa vaikutuksesta ovat nämä planeetat seuralaisineen jäähtyneet nopeammin kuin suuri keskuskappale. Aina sitä mukaa kun tämä jäähtymisen on jatkunut, on osa planeetoista, tarkemmin sanoen sisemmät planeetat (mahdollisesti Merkuriusta lukuunottamatta) siirtyneet ensiksi nestemäiseen ja lopuksi kiinteään olomuotoonsa. Ulommat pla-

neetat huomattavasti suurempine massoineen ovat samoinkuin aurinkokin verrattavia suuriin kaasupalloihin. Näiden kaasupallojen lämpötila ei kuitenkaan ole kohonnut niin korkealle, että ne kuten aurinko olisivat tulleet itsevalaiseviksi.

Tässä ovat pääpiirteet *Kant-Laplacen* aurinkokunnan syntyä koskevasta teoriasta, mikä teoria, vaikka se monessa yksityiskohdassa vielä antaa aihetta useihin muistutuksiin, kuitenkin antanee parhaimman mahdollisen kuvan auringon ja planeettain synnystä. Tämä teoria esittää tyydyttävällä tavalla itse kehityksen, mutta se ei ollenkaan pyri määräämään siihen kulunutta aikaa. Mutta myös kysymys siitä, minä aikakausina planeetat on katsottava syntyneiksi ja miten kauan vielä voidaan ajatella auringon säilyttävän nykyisen asemansa planeettakunnan elämää ylläpitävänä lämpölähteenä, vaatii pikaista ratkaisuaan. Ja itse asiassa tulemme näkemään, miten uudenaikainen tiede on katsonut voivansa vastata näihin tärkeihin kysymyksiin muutamilla mielenkiintoisilla luvuilla.

Aikaisempi lordi *Kelvinin* ja *Helmholtzin* sekä useimpain sen ajan huomattavien fyysikkojen ja tähtitieteilijäin edustama kanta perustui auringosta tapahtuvaan energiansäteilyyn, joka on johdettu säteilyvoimakkuudesta. Mainitun energiasäteilyn täytyy johtaa auringon lämpötilan hitaaseen alenemiseen. Tämä säteily on niin tehokas, että auringon lasketaan kadottavan vuosittain jokaista grammaa kohden kaksi kaloriaa lämpöä. Jos auringon ominaislämpö oletettaisiin samaksi kuin veden, minkä ominaislämpö on suurempi kuin melkein kaikkien muiden aineiden, niin laskisi auringon lämpötila vuosittain kokonaista kaksi astetta. Vaikkakin auringon sisäinen lämpötila olisi kolmesta neljään miljoonaa astetta, kuten englantilaisen tähtitieteilijä *Eddingtonin* tutkimusten mukaan tulisi olla, niin menettäisi aurinko kuitenkin korkeintaan parin miljoonan vuoden kuluessa merkityksensä lämpö- ja valolähteenä. Myöskin olisi tällöin auringon ikä arvioitava ainoastaan muutamiksi miljooniksi vuosiksi, mikä kuitenkin kokonaan poikkeaisi siitä käsityksestä, joka geologeilla on maankuoren iästä. Geologit ovat nimittäin laskeneet kiinteän maankuoren muodostuneeksi n. 100 á 200 miljoonaa vuotta sitten.

Auringon lämpötilin täytyy senvuoksi paitsi menojä osoittaa myöskin melkein yhtä paljon tuloja. Se mies, joka teki nimensä kuolemattomaksi käsitämällä ensimmäisenä lämmön ja mekaanisen työn välillä vallitsevan yhteyden, nimittäin saksalainen lääkäri *Mayer*, koetti selittää auringon lämpötalouden olettamalla aurinkoon putoavan huomattavia määriä meteoreja. Kuitenkin huomattiin tarkkaan arvioimalla maapallolle putoavien meteorien lukumäärä, ettei tätä tietä lähimainkaan voitu selittää auringon lämpötilan vakinaisuutta. Toisen tyydyttävämmän olettamuksen esitti *Helmholtz*, joka oletti auringon hitaasti kooltaan kutistuvan. *Helmholtz* laski, että auringon lämmönmenetyks tulisi korvatuksi, jos auringon halkaisija vuosittain lyhenisi 60 m. Tämähän näyttää verrattain tyydyttävältä, mutta jos jatkamme laskua, huomaamme, että jos auringon tilavuus vähenisi neljäsosaksi nykyisestään, jolloin auringon

tiheys tulisi olemaan suunnilleen sama kuin maapallon, riittäisi siten tuotettu lämpö ainoastaan 17 miljoonaksi vuodeksi. Mutta jo kauan ennen sitä olisi auringon säteily heikentynyt siinä määrin, ettei se voisi pitää maan pintaa jäätymäpistettä lämpimämpänä. *Helmholtz* oletti senvuoksi elämän maapallolla jatkuvan vielä noin 6 miljoonaa vuotta.

Tämähän ei ole erittäin rohkaisevaa. Mutta tulevaisuudestahan emme tiedä mitään, minkävuoksi meidän on myönnettävä kaikki mahdolliseksi. Aivan toinen on sensijaan asianlaita, kun *Helmholtzin* teorian avulla koetamme laskea, miten kauan maapallolla on jo elämää kestänyt. Sen mukaan nykyiset olosuhteet eivät ole voineet vallita maapallolla kauempaa kuin noin 10 miljoonaa vuotta. Kun nyt geologit laskevat maanpinnalle esiintyvien fossiileja sisältävien kerrostumain vaatineen muodostumisaikaa ainakin 100 miljoonaa vuotta ja todennäköisesti vielä paljon enemmänkin, niin ymmärrämme, miten epätydyttävä *Helmholtzin* olettaus itse asiassa on.

Kuitenkin useimmat fyysikot hyvin itsepintaisesti pitivät kiinni *Helmholtzin* maan ikää koskevasta kannasta, vaikkakin geologiselta taholta aivan selvästi osoitettiin, miten välttämätöntä on olettaa geologisen tapahtumisen vaatineen huomattavasti pitempiä ajanjaksoja. Kysymys jäi ratkaisemattomaksi kunnes löydettiin uusi, miltei ehtymättömältä näyttävä energialähde, nimittäin radioaktiiviset aineet.<sup>1</sup>

Tarkoituksemme ei ole tässä ruveta selittämään radioaktiivisten aineiden ominaisuuksia koskevia yleisesti tunnettuja tosiseikkoja. Mutta kun otetaan huomioon, että urani muuttuessaan uranilyijyksi ja heliumiksi vapauttaa tasaluvuin noin miljoona kertaa enemmän energiaa kuin sama määrä paraimpia räjähdysaineitamme räjähtäessään, niin on ilmeistä, että vanhaan kysymykseen auringon energiavarastosta nyt vastataan aivan toisin kuin *Helmholtzin* ja *Kelvinin* aikana. Päästäksemme yksimielisyyteen geologian kanssa tarvitsee meidän nyt vain olettaa, että auringossa on suuria määriä radioaktiivisia aineita.

Mutta tämä ei vielä riitä. Kiinteän maankuoren muodostumisesta kuluneen ajan pituutta koskeva tutkimus on radiumin tultua keksityksi joutunut kokonaan uusille urille, ja ovat tämän tutkimuksen mahdollisuudet nyt verrattoman paljon suuremmat kuin ennen. Tiedämme nimittäin, että radioaktiivinen aine hajoaa määrättyllä nopeudella (nopeus on verrannollinen esiintyvään radioaktiivisen aineen määrään), ja tämä nopeus on, kuten sekä kokemus että teoria osoittavat, aivan riippumaton lämpötilasta sekä myös siitä, onko radioaktiivinen aine vapaana tai muihin kemiallisiin alkuaineihin yhtyneenä. Jotta tämä riippumattomuus lämpötilasta, jolla seuraavassa on oleellinen merkitys, tulisi vielä selvemmäksi, tahdomme mainita, että nykyaikaisen termodynamiikan avulla voidaan laskea, miten korkeassa lämpötilassa sen vaikutuksesta radioaktiivinen hajoaminen tulisi huomattavasti muuttumaan. Tämä lämpötila

<sup>1</sup> Näitä kysymyksiä käsittelee mielenkiintoisesti ja helppotajuisesti *S. Arrhenius* tunnetussa, suomeksikin ilmestyneessä yleistajuisessa kirjassaan »Maailman arvoitusta ratkaisemassa».

nousisi itse asiassa useampiin kymmeneen tuhansiin miljooniin asteisiin, kuten *Nernst* on osoittanut. Tällaisen lämpötilan tuskin voimme olettaa vallitsevan edes kuumimmisakaan tähdissä.

Urani, tärkein radioaktiivinen aine, hajoaa siis aivan vakinaisella nopeudella, ja sen hajoaminen muodostaa mitä täydellisimmän kronometrin (ajamittaajan), jonka energiavarasto riittää käytännöllisesti katsoen loppumattomiin. Tämän hajoamisen tapahtuessa syntyy määrätty määrä heliumkaasua, mikä määrä aina on verrannollinen hajonneen uranin määrään. Tällöin jää suurin osa syntyneestä heliumkaasusta suletuksi tiheisiin uranikiteihin. Kun nyt sähkömittausten avulla erittäin tarkkaan voidaan määrätä se heliummäärä, jonka yksi kilo uranialmnia kehittää vuodessa, voidaan uranialmipalaseen sisältyvän heliummäärän perusteella heti määrätä se aika, jona uranialmi sellaisenaan on ollut muuttumattomana.

Tietenkin katoaa aina joku määrä heliumia, minkä johdosta tämä menetelmä antaa ainoastaan maan iän alarajan. Varmempi on senvuoksi niin sanottu lyijymetodi; radioaktiivisen hajoamisprosessin lopputulos on nimittäin lyijy. Tämän lyijyn atomipaino ei ole sama kuin tavallisen lyijyn. Tämän atomipainoeron nojalla voidaan tarkkaan erottaa n. s. radioaktiivinen lyijy tavallisesta lyijystä, mikä tekee mahdolliseksi lyijyäsältävien kerrosten iän arvioimisen.

Tällaisia lyijyanalyyssejä ovat tehneet useat tutkijat saavuttaen erinomaisia tuloksia. On olemassa verrattain vähän lyijyä sisältäviä uranialmeja, jotka, kuten laskumenetelmä näyttää, ainoastaan ovat muutamia satoja miljoonia vuosia vanhoja, mutta on myös olemassa uranialmeja, joiden lyijyypitoisuus on 20 %, mikä vastaa noin 1500 miljoonan vuoden ikää. Emme tässä halua puuttua muihin samantapaisiin menettelytapoihin, mainittakoon vain että samantapaisiin tuloksiin on päästy usein eri tavoin, mitkä kaikki perustuvat radioaktiivisten aineiden hajoamiseen.

Vaikka tämän kiinteän maankuoren ikää koskevan tosiseikan toteaminen geologeille onkin erittäin mielenkiintoista, on kuitenkin sen vaikutus auringon ikää koskeviin teorioihin meille nyt tärkeämpi. Kun maa jähmettyi, oli aurinko jo kutistunut huomattavasti; oltuaan alkuaan mittasuhteiltaan jättiläismäinen sumutähti oli se jo kutistunut kokoon verrattain tiheäksi tähdeksi. Aurinko on siis ollut samaa tyyppiä kuin nykyään jo ainakin 1500 miljoonaa vuotta, todennäköisesti kuitenkin paljon kauemmankin. Mutta tämähän on jo aivan toinen arvo kuin se, jonka *Helmholtz* sai ja joka nousi muutamiin miljooniin vuosiin. Me emme ainoastaan voi, vaan me olemme suorastaan pakotetut olettamaan, että auringossa on suuria radioaktiivisten aineiden varastoja, joiden hidas hajoaminen korvaa auringon säteilynsä johdosta kärsimän suunnattoman lämpötappion.

Joskin radioaktiivinen tutkimus on antanut meille keinon auringon iän alarajan määräämiseksi, on kuitenkin kysymys aurinkokunnan todellisesta iästä vielä aivan ratkaisematta. Emme esimerkiksi voi muodostaa itsellemme mitään käsitystä siitä, miten kauan aurinkokunta on ollut olemassa ennen kiinteän

maakuoren muodostumista. Aiomme seuraavassa luoda katsauksen tähän vielä monimutkaisempaan kysymykseen. Tällöin aiomme etupäässä selostella paria aivan uutta teoriaa, jotka näyttävät uudella tavalla valaisevan tätä kysymystä, kuitenkin voimatta sitä kokonaan ratkaista. Liikomme tässä aivan toisella fysikaalisen tutkimuksen alalla.

Jo viime vuosisadan lopulla alkoi ikivanha käsitys aineen ja energian erilaisista olemuksista horjua sen johdosta, että osoitettiin sähkömagneettisella energialla, esim. sellaisena kuin se esiintyy säteilynä, olevan määrätyn »whitaan massan». Nämä tulokset laajensi sitten vuosisatamme alussa tunnettu saksalainen fyysikko *Einstein* kaikenlaatuisia energioja koskeviksi, samalla kuin hän myös oletti energian painavaksi ja johti täsmällisen kaavan energian ja massan välisen yhteyden laskemiseksi. Tämä teoria, joka muuten on viimeaikaisen fysiikan mielenkiintoisimpia, opettaa, että aine ja energia ovat katsottavat jossain määrin identtisiksi. *Einsteinin* mukaan saadaan määrättyä energiamäärää vastaava ainemäärä jakamalla energia valon nopeuden neliöllä. Aine esiintyy energiakasautumina, elektronit energiasolmuina; jokainen energia-säteily merkitsee massan ja painon menetystä. Esimerkiksi tulee kappaleen lämpimänä painaa enemmän kuin kylmänä, ja kappaleen massa lämpötilan ollessa absoluuttisessa nolapisteessä  $-273^{\circ}$  C määrää sen n. s. *nolapiste-energian*.

Tämä nolapiste-energia tulee näkyviin radioaktiivisten ilmiöiden yhteydessä, vaikkakin tällöin irtautuva energia muodostaa ainoastaan hyvin pienen osan atomien koko energiavarastosta. Tämä on nimittäin *Einsteinin* mukaan niin suuri, että jo milligramma tavallista ainetta riittäisi suuren talon räjäyttämiseen, jos nolapiste-energia äkkiä vapautuisi. Jos voitaisiin ajatella sen hitaasti muuttuvan lämmöksi, olisi auringon lämmöntarve tyydytetty määrättömiksi ajoiksi eteenpäin. Kuitenkin kuuluu tällainen mahdollisuus ainakin vielä kokonaan arvelujen maailmaan. Tarkastakaamme nyt kuitenkin tässä erästä auringon iän ylärajan määräämiseksi tarjoutuvaa mahdollisuutta. Maan pinnalla suoritettujen välittömien säteilyvoimakkuusmittausten avulla on todettu auringon lämpö- ja valosäteilynsä johdosta vuosittain menettävän energiamäärän, joka on noin  $1.2 \cdot 10^{41}$  ergiä. Kun tämä jaetaan valon nopeuden neliöllä, saadaan ilman muuta auringon vuotuinen ainehäviö. Tämä on, kuten yksinkertainen lasku osoittaa, noin  $1.33 \cdot 10^{20}$  grammaa vuodessa. Toisin sanoen: Yksinomaan säteilyn vaikutuksesta vähenee auringon massa vuosittain enemmän kuin 100 biljoonaa tonnia. Jos säteily jäisi vakinaiseksi, mikä tietenkään ei lähimainkaan ole asianlaita, olisi aurinko 10 biljoonan vuoden kuluttua täydelleen lakannut olemasta. Mutta jo kauan sitä ennen olisi se lakannut olemasta itsevalaiseva. Sen ikä on siis arvioitava huomattavasti pienemmäksi, ennenkaikkea kun otetaan huomioon, että se aikaisemmin on säteillyt paljon enemmän lämpöä kuin meidän päivinämme.

Jotta kävisi täysin selväksi, miten oikeutettu tämä päättely on, tahdomme tässä vielä vastata erääseen vastaväitteeseen, joka aluksi voisi näyttää oikeu-

tetulta. Voisi kenties odottaa jonkun väittävän, että aurinko joskus kaukaisessa menneisyydessä on ollut massansa puolesta nykyistä paljon suurempi jättiläistähti, mutta että se satojen tai tuhansien miljoonien vuosien säteilyn vaikutuksesta on kutistunut nykyiseen verrattain vähäpätöiseen kokoonsa. Nyt on kuitenkin englantilainen tähtitieteilijä *Eddington*, *Planckin* kvantti-teoriaan nojautuvaa nerokasta päättelyä käyttäen, onnistunut todistamaan, että määrätyn tähden lämpötila ja siis myös sen säteilyvoimakkuus riippuu sen massasta siten, että lämpötila kasvaa massan kasvaessa. Se paine, jolla säteily vaikuttaa kaasu-osasiin, n. s. säteilypaine, voittaa määrätynsuuruissa tähdissä, nimittäin sellaisissa, joiden massa on noin 40 kertaa suurempi kuin auringon, koossapitävän voiman, gravitation eli vetovoiman, ja hajoittaa siten koko tähden. Näinollen ei siis voi olla olemassa tähtiä, joiden massa on niin paljon auringon massaa suurempi.

Näillä perusteilla ja syistä, joita emme tässä lähemmin voi selostaa, on epätodennäköistä, että aurinko olisi menettänyt edes sadatta osaa alkuperäisestä massastaan säteilyn vaikutuksesta. Tämän johdosta arvioi saksalainen fyysikko *Nernst* auringon iän korkeintaan 100 000 miljoonaksi vuodeksi. Tämä olisi siis auringon iän yläraja.<sup>1</sup>

Aikaisemmin mainittiin, miten auringon lämmön, vaikkakin auringon ominaislämpö olisi poikkeuksellisen suuri, muutamien miljoonien vuosien kuluttua täytyisi vähetä siinä määrin, että kaikki elämä maapallolla kävisi mahdottomaksi. Maapallolla suoritettun radioaktiivisen tutkimuksen perusteella on meidän kuitenkin oletettava auringon ikä huomattavasti korkeammaksi, noin 2000 miljoonaksi vuodeksi. Tämä johtaa, kuten jo aikaisemmin ohimennen huomautimme, luonnollisesti olettamukseen, että melkein kaikki auringon lämpö- ja valoenergia saa alkunsa radioaktiivisista prosesseista auringossa, tahi toisin sanoen siihen, että *auringon radioaktiivisesti kehitetty energia on tasapainossa auringon koko säteilyenergian kanssa*. Tämän väittämän lienee *Nernst* ensimmäisenä esittänyt.

Jos oletettaisiin, että koko auringon massa olisi uranimalmia, korvaisi uranin muuttuminen lyijyksi ainoastaan toisen puolen auringon vuotuisesta säteilystä. Tähän asti tuntemamme radioaktiiviset aineet eivät siis riitä, mutta on kuitenkin huomattavaa, että nyt jo tulemme lukuihin, jotka ainakin suuruusluokkansa puolesta lähenevät vaadittuja. Joka tapauksessa on katsottava miltei toteennäytetyksi, että auringon ja kiintotähtien valo suurimmaksi osaksi on radioaktiivista alkuperää, että auringon ja kiintotähtien valossa näemme alkuaineiden hajoamista, ja että yleensä saamme kiittää alkuaineiden katoavaisuutta olemassaolostamme.

Meidän on kuitenkin vielä huomautettava, miten epävarmoja kaikki nämä teoriat ovat ja miten vaarallista on perustaa kosmologia tosiseikkoihin, jotka

<sup>1</sup> Se, joka haluaa lähemmin tutustua näihin kysymyksiin, katsokoon *W. Nernstin* yleistajuista kirjaa: »Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung. Berlin 1921.

tulevaisuuden tieteissä huomattavasti muuttunevat. Emme esimerkiksi ollenkaan vielä tiedä, onko olemassa radioaktiivisia aineita, joiden kertaluku on korkeampi kuin uranin, vaikkakin tällaisten aineiden olemassaolo on välttämätön, jotta voitaisiin selittää tähtien lämmön johtuvan niiden radioaktiivisesta hajoamisesta. Ja toinen ehkä vielä tärkeämpi kysymys, joka vielä odottaa ratkaisuaan, on kysymys maailmojen synnystä. Tämän kysymyksen suhteen ei toistaiseksi ole esitetty muuta kuin arvoituksellisia olettamuksia.

Jos aikaisempi päättelymme osoittautuu oikeaksi, voidaan tähtien elinikä olettaa ehkä sadoiksi tuhansiksi miljooniksi vuosiksi. Mutta mitä on jälellä, kun tämä aika on loppuunkulunut? Tuleeko koko maailma olemaan autio ja kuollut, vai syntykö uusia tähtiä meille vielä tuntemattomalla tavalla?

Tuntuu ehkä omituiselta ettei fyysikaalinen tiede vielä huolimatta vuosikymmenien ponnisteluista ole onnistunut löytämään selitystä siihen miten uudet maailmat syntyvät hitaasti sammuvista ja kuolevista vanhoista maailmoista. Olemmehan aina luonnontieteellisenä uskonkappaleena saaneet oppia, että maailma on olemassa iankaikkisesti. Päädytään auttamattomasti n. s. lämpökuolemaan, kuinka sitä koetettaneekaan välttää, oletettaneeko sitten kuten *Arrhenius* uusien tähtien äkillisen syttymisen aikaansaavan uusia maailmoja tai työnnettäneekö ongelma vastenmielisyydestä kosmogonisia olettamuksia kohtaan kokonaan syrjään. Kysyttäneek kuitenkin, eikö uudenaikainen fysiikka, joka on tehnyt niin paljon muuta ihmeellistä, myös voi antaa jotain vihjausta siitä, miten voitaisiin päästä tästä vaikeudesta.

Aluksi on ehkä huomautettava, että *Arrheniusen* kanta, jonka mukaan uusia tähtiä syntyy kahden jo jäähtyneen taivaankappaleen yhteentörmäyksestä, ei kestä lähempää tarkastelua. On näet osoittautunut että uusien tähtien syttymisen syy ainakin kaikkein useimmissa tapauksissa on aivan toinen. Myöskin on meidän puhtaasti spekulatiivisena hylättävä oletamus, jonka mukaan kenties on olemassa osia maailmankaikkeudesta, joissa meidän energian huonontumiseen johtava termodynamiikkamme ei pidä paikkaansa. Mutta on vielä olemassa eräs hyväksyttävämmältä näyttävä mahdollisuus.

Jo aikaisemmin huomautimme, että n. s. lämpökuolema viime kädessä johtuu aineen hajaantumisen energian muodossa, s. o. aineen häviämisestä maailmaneetteriin. Emme nyt ollenkaan halua puuttua pohtimaan eetterin kysymyksenalaista olemassaoloa, vaan tahdomme ainoastaan periaatteessa olettaa sen olevan olemassa tässä esiintyvää erilaista tarkoitusta varten. Jos vielä vedetään se johtopäätös, että aineen n. s. nollapiste-energia, josta aikaisemmin olemme maininneet, on tasapainossa avaruuseetterin energian kanssa, niin jälkimmäisen pitää nousta aivan suunnattomiin määriin. *Nernst* tekee nyt sen olettamuksen, että maailmankaikkeudessa tilapäiset eetterin energiavaihtelut aikaansaavat kemiallisten alkuaineiden atomeja. Nämä atomit kokoontuvat sitten yleisen painovoiman vaikutuksesta suurissa määrissä määrättyihin osiin maailmankaikkeutta. Täten olisi tähtisumun olemassaolo seli-

tetty ja siten myös viimeinen rengas täytetty siinä ketjussa, joka edustaa maailmankaikkeuden jatkuvaa tapahtumista.

Mutta jos nyt tämä päättely osoittautuu oikeaksi, niin täytyykö meidän silloin myös täällä maapallolla voida välittömästi havaita alkuaineiden syntymistä? Tähän kysymykseen vastaa *Nernst* kielteisesti. Useimpien alkuaineiden eliniän täytyy olla huomattavasti pitempi kuin uranin, jonka hajoamista voidaan kokeellisesti seurata lyijyyn saakka, siis hyvin paljon pitempi aika kuin tuhannet miljoonat vuodet. Nyt on laskettu meidän linnunratajärjestelmämme keskitiheyden olevan sellaisen, että se suunnilleen vastaa yhtä uraniatomia sataa litraa kohden. Jotta maailmanavaruuden massa pysyisi vakinaisena, pitäisi *Nernstin* laskun mukaan tuossa samassa 100:n litran tilavuudessa muodostua yksi uraniatomi ajassa, joka on suunnattoman paljon pitempi kuin 1000 miljoonaa vuotta. Me näemme siis, ettei *Nernstin* olettamuksen ainakaan tarvitse joutua ristiriitaan kokemuksen kanssa.

Mitä tulee niihin atomeihin, jotka täten muodostuvat eetterin nollapiste-energiasta, voidaan olettamusta vielä tarkistaa siten, että ainoastaan hyvin korkeata kertalukua olevia radioaktiivisia aineita välittömästi muodostuu eetterin nollapiste-energiasta. Maailman syntyä esittäisi silloin atomien synty ja sen edelleen kehittymistä atomien hidas hajoaminen.

Joka tapauksessa välttää tämä teoria, miten epäselvältä se toistaiseksi voineekin näyttää, lämpökuoleman, kaiken liikkeen lopun. Eloa herättävä auriongonlämpö, siellä täällä sammuneena, syttyy uudelleen yhtä monessa paikassa uusien voimin.

Ennenkuin lopetamme tämän esityksemme uusimmista aurinkokunnan ja tähtien kosmogoniaa koskevista teorioista, huomautamme vielä kerran nimenomaan siitä, miten epävarmoja ja häilyviä kaikki maailmaa kokonaisuudessaan koskevat teoriat ovat. Mehän emme tässä tapauksessa koskaan edes likimain voi olla selvillä kaikista niistä tekijöistä, joiden vaikutus tässä olisi huomioonotettava. Ja me olemme kai loppujen lopuksi pakotetut aina vaeltamaan miltei täydellisessä pimeydessä, jota vain muutamat nerokkaat aatteet ainoastaan heikosti valaisevat. Mutta siinähan onkin tieteen suuri viehätys.

## AURINGONPILKUISTA JA NIIDEN VAIKUTUKSISTA LUONNONILMIÖIHIN MAAPALLOLLA.

Kirj. J. Keränen.

Kaukoputken keksintö 1600-luvun alussa muodostaa käänteentekevän ajankohdan taivaan avaruuden ihmeellisyyksien tutkimisessa. Keksintö oli hollantilainen. *Galilei* oli se tiedemies, jonka onnistui rakentaa oma kaukoputki Hollannista saamiensa tietojen perusteella. Hän sai siten tilaisuuden ennen muita tehdä useita tähtitieteellisiä löytöjä. Eräs näistä huomioista sattui olemaan auringonpilkun toteaminen v. 1610. Heti hänen jälkeensä ja osittain aivan itsenäisesti huomasivat jotkut muut tähtitieteilijät tummia läikkiä auringonpinnassa, ja pian huomattiin niiden välistä ilmestyvän ja välistä taas häviävän auringosta. Tärkeimmät pilkkujen ominaisuudet ovat tulleet kuitenkin selville viimeisen sadan vuoden kuluessa, kun tiedemiehillä on ollut käytettävänä myötäänsä paranevia kojeellisia apuneuvoja ja toisten lähitieteiden, fysiikan ja kemian uusia tuloksia. Seuraavien rivien tarkoituksena on luoda lyhyt yleisluontoinen katsaus siihen, mitä tiedämme auringonpilkuista ja niiden enemmän tahi vähemmän todellisista vaikutuksista luonnonilmiöihin pienellä maapallollamme.

### *Pilkkujen ominaisuudet.*

Pilkun tavallisin muodostuminen alkaa siten, että auringon hehkuvaan pintaan, fotosferiin, sen ryynimäiseen massaansa muodostuu tummia pisteitä, poreita, usein kirkkaiden liekkien ympäröiminä. Nämä ovat merkinä siitä, että näennäinen tasapaino on auringon pinnalla sillä kohdalla häiriytynyt. Poreista kehittyy usein kaksi suurempaa tummaa läikkää, joiden välillä on pienempiä poreita. Edellä oleva pilkku liikkuu vähän nopeammin, joten koko häiriöalue pitenee. Jälkimmäinen pilkku pienenee ja lopuksi surkastuu pois, samoin alkuperäiset pienet poreet, joten lopuksi jää melkein pyöreä yksinäinen pilkku. Tumman pilkun keskiosaa sanotaan sydämeksi (*umbra*). Sitä ympäröi vaaleampi puolivarjo (*penumbra*), joka paremmalla kaukoputkella katsottuna on juovikas ja samanlaista ryynimäistä ainejoukkoa kuin fotosferi.

Pilkkujen suuruus vaihtelee hyvin paljon. Suurimpien läpimitta on lähes 10 kertaa suurempi kuin maapallon halkaisija.

Pilkku pysyy samanlaisena monesti useita auringon pyörähdysaikoja. Sitten se heikkenee ja katoaa, mikä näyttää tapahtuvan siten, että fotosferin ainemassa sen peittää.

Pilkut esiintyvät tavallisesti ryhmissä auringon ekvaattorin molemmilla puolin olevissa vyöhykkeissä, korkeintaan noin 30 asteen heliografiselle leveydelle. Runsaimmin on niitä noin 15 asteen leveydellä. Lähempänä auringonnapoja on niitä huomattu aniharvoin. Pienempiä, pilkkuja muistuttavia muodostumia, täpliä (*flecks*, eli *veiled spots*), tavataan sitä vastoin enimmäkseen pilkkuvyöhykkeen ulkopuolella, lähempänä auringonnapoja.

Kun ensimmäisiä pilkkuja alkaa ilmestyä, sijaitsevat ne pilkkuvyöhykkeen äärimmäisillä rajoilla. Myöhemmin syntyneet pilkut lähenevät aikajärjestyksensä mukaan auringon ekvaattoria, kunnes viimeiset niistä pilkkujakson lopussa ovat ekvaattorin lähistöllä.

Aikaisemmin pidettiin pilkkua jonakin kuonan tapaisena kokkareena auringon sulassa pinnassa. Puolitoista vuosisataa sitten tuli pari tutkijaa, *Schülen* ja *Wilson*, seuraamalla pilkun kulkua auringon pinnalla, siihen käsitykseen, että auringonpilkku on käsitettävä suppilomaiseksi syvennykseksi, joka pistää fotosferin sisään. Myöhäisimmät *Halen* tekemät tutkimukset spektroheliografilla *Wilson*-vuoren observatoriossa Amerikassa osoittavat pilkun olevan pyörremuodostuman.

Kun otetaan valokuvia auringosta punaisen vetyliekin, C-viivan valossa, näkyy auringon pinnan eri paikoissa selviä pyörreliikkeitä. Välistä on pilkku sellaisen pyörteen keskuksena, välistä näkyy pyörteitä pilkuttomissakin paikoissa. Joissakin tapauksissa vetävät eli imevät pilkut voimakkaasti ympäristöstään kaasumassoja, eräänkin kerran lähes 140 kilometrin nopeudella sekunnissa.

Kun eräiden ilmiöiden perusteella fotosferin kaasujen otaksutaan olevan sähköllä varattuja, niin ovat yllämainitut pyörteet samalla sähkövirtapyörteitä. Tällainen pyörre kehittää magneettisen vaikutusalueen, kentän, jossa magneettiset voimaviivat ovat suurin piirtein pyörteen akselin suuntaisia. Jos kerran näin on asianlaita, pitäisi näissä pyörteissä kyllin voimakasta hajoitusta käyttäen näkyä *Zeeman*-ilmiö, jonka mukaan valoliekin spektrissä monet spektriviivat hajoavat joko kahteen tahi kolmeen osaan. Edellinen tapaus saadaan silloin, kun liekkiä tähystetään magneettisten voimaviivojen suuntaan, jälkimmäinen taas tähystettäessä kohtisuoraan niitä vastaan. *Hale* on voinutkin saada pilkun spektrin muutamissa viivoissa *Zeeman*-ilmiön todetuksi ja todistanut siten pilkun olevan ionisoitujen kaasumassojen muodostaman sähköisen pyörteen yllä esitetynlaisine magneettisine ominaisuuksineen.

Aurinko kokonaisuudessaan on samanluontoinen magneetti kuin maapallo, ja on sen magneettinen kenttä noin 40 kertaa voimakkaampi kuin maapallon. Auringon magneettinen akseli muodostaa 6° kulman pyörimisakselin kanssa ja



kiertää viimeksimainitun ympäri 31.5 päivässä. Ei ole vielä onnistuttu selittämään, millä tavalla auringon magneettinen kenttä on muodostunut; nähtävästi on se käsitettävä jonkinlaiseksi sähkömagneetiksi niinkuin maapallokin.

Auringonpilkuissa on jatkua kaasujen pyörreliike. Ylemmistä kerroksista laskeutuu alas vety- ja kalsiumihöyryjä, aluksi 2 km:n sekuntinopeudella. Syvempänä hidastuu nopeus, kun tulee eteen raskaampiainoisia aineita, ja siellä tapahtuu vastapainoksi hitaita kaasujen virtauksia ylöspäin.

Pilkun ominaisuuksien selvittämiseksi on tärkeätä tuntea sen spektri. Siinä on auringon yhtenäisen spektriosan heikontunut ja osa sen viivoista on muodolleen muuttunut. Muutamien alkuaineiden spektriviivat ovat levinneet ja vahventuneet, toisten taas heikontuneet. *Halen* tutkimukset sähköuneissa ovat osoittaneet, että tällaisia spektriviivojen muutoksia saadaan silloin kun uunin sähkövirtaa pienennetään, jolloin sen lämpötila alenee. Tämän perusteella on siis pilkun lämpötila alhaisempi kuin muualla auringossa. Auringonpilkkujen ja liekkien spektreissä mutkistuvat muutamat spektriviivat omituisella tavalla, ja siitä voidaan *Dopplerin* periaatteen avulla päätätä niissä tapahtuvan voimakkaita liikkeitä.

Koska pilkku muodostaa verraten tumman kohdan auringon pinnassa, on sen kirkkaus paljon pienempi kuin muualla, vaihdellen suuresti eri tapauksissa. Suurempien pilkkujen kirkkaus on yleensä pienempi kuin 20 prosenttia normaalia. Lämpösäteilyn voimakkuus on sitä vastoin suhteellisesti korkeampi, *Langley*n tutkimusten mukaan noin puolet tavallisen fotosferin lämpösäteilyä.

Vaikkakin siis pilkku sinänsä heikentää auringon valo- ja lämpösäteilyä, on sen ympärillä tavallisesti alue, kielekkeiden ja soihtujen kuuluisa temmelyspaikka, missä kirkkaus puolestaan on normaalia suurempi. Siten täyttyä ainakin osaksi pilkkujen aiheuttama säteilyvaja. Myöhemmin mainitsemme enemmän tästä asiasta toisten ilmiöiden yhteydessä.

#### *Pilkkujen jaksot ja niiden vaikutus maamagneettisiin ja sähköilmiöihin.*

Jo sangen pian auringon pilkkujen keksimisen jälkeen tehtiin sellainen huomio, että niiden lukumäärä vaihteli eri aikoina ja sen nojalla pyrittiin selittämään eräitä ilmastollisia tapauksia. Niinpä italialainen *Riccioli* selitti v. 1651 lämpötilan auringossa olevan korkeamman silloin kun pilkkuja on vähän, perustaen tämän väitteensä siihen, että v. 1632, kun auringossa oli vähän pilkkuja, oli erittäin lämmin syyskuu, mutta v. 1642 kylmä kesä, pilkkujen suuren lukumäärän aikaan.

Auringonpilkkujen lukumäärän jaksollisuuden sai selville vasta *Schwabe* 1843 ja jaksonsen pituudeksi saatiin myöhemmin 11.12 vuotta. Keskimäärin kuluu *Wolferin* mukaan pilkkujen lukumäärän maksimijaksosta sen minimiaikaan 5.96 vuotta, ja siis minimistä maksimiin hiukan lyhempi aika, 5.16 vuotta. Tämä luonteenomainen kulku on ominaista ainoastaan voimakkaissa jaksoissa, kun sen sijaan heikommassa on suhde päinvastainen. Pilkkujakson pituus voi

eri aikakausina muutella verraten paljon. Niinpä oli jakson pituus eräissä tapauksissa vuosina 1788 ja 1805 17 vuotta ja yksi kuukausi, mutta jaksolla 1820—1837 ainoastaan 7 vuotta ja 4 kuukautta.

Pilkkujen vähäisimmillään ollessa on niiden suhteellinen lukumäärä yleensä pienempi kuin 10, välistä kokonaan häviten, kuten vuosina 1809—1811, jolloin 21 kuukauden aikana ei auringossa huomattu yhtään pilkkuja. Korkein lukumäärä vaihtelee maksimivuoden kuukautta kohden 46:n ja 154:n välillä. Suurin havaittu suhteellinen määrä yhtenä kuukautena, 238.9, lienee tavattu toukokuussa v. 1778.

Englantilaisen *Schusterin* tutkimusten mukaan puuttuu aikakaudella 1750—1825 melkein kokonaan 11-vuotinen jakso, jonka sijaan esiintyy kaksi jaksoa, toinen 14 ja toinen 7 vuotta. Myöhemmin on taas yksitoistavuotinen jakso sangen selvä, vaikkakin sen voimakkuus vaihtelee, kuten edellä on jo mainittu, sangen paljon. Teoreettisiin havaintoihin perustuvien laskujen mukaan on olemassa seuraavia jaksoja, jotka voidaan pitää jakson 33.37 vuotta tasosina, nimittäin

11.1, 8.34, 4.77 sekä 13.34 vuotta.

Ovatko kaikki nämä jaksot itse yksitoistavuotista pääjaksoa lukuunottamatta, oleellisia, vaiko ainoastaan teorian avulla saatuja laskutuloksia, on nykyisen pilkkuaineiston avulla mahdoton ratkaista. Nämä eri jaksot saadaan nimittäin yksityisten eripitkien jaksoaltojen resultanttina, ja kun otetaan huomioon auringon toiminnan myrskyinen luonne, häviävät itse asiassa edellytykset tällaisen menettelyn sopivaisuuteen, kuten *Ad. Schmidt* huomauttaa eräissä kirjoituksissaan. Fysikaalisesti asioita arvostellen on asetettava sille kannalle, ettei auringossa, jonka ainemassat ovat alituisessa liikkeessä, koskaan tarvitse odottaa uudistuvan tarkalleen samaa tilannetta, joten säännöllisesti palautuvaa tarkkaa jaksoa itse asiassa ei ole olemassa. — Tähän nähden on auringonpinnan tila jollakin määrätillä hetkellä osittain verrattavissa säätilanteeseen sääkartalla, jossa myös muunnosten mahdollisuus on niin suuri, ettei voi odottaa muodostuvan uudelleen aivan samanlaista tapausta. Sellaisia ilmiöitä emme voi onnistuneesti kahlehtia minkään teorian mukaisiksi.

Pilkkujakson havainnollistuttamiseksi esitetään tässä sen ääriajojen esiintymiset ja molemmista laskettu jakson pituus viimeisen sadan vuoden aikana.

Alhaisin	jakson pituus	Korkein	jakson pituus
1810.6	12.7	1816.4	13.6
1823.3		1829.9	
1833.9	10.6	1837.2	7.3
1843.5	9.6	1848.1	10.9
1856.0	12.5	1860.1	12.0
1867.2	11.2	1870.6	10.5

Alhaisin	jakson pituus	Korkein	jakson pituus
1878.9		1883.9	
1889.6	11.7	1894.1	13.3
1901.7	10.7	1906.6	10.2
1913.6	12.1	1917.6	12.3
1924.1	11.9	1928.8?	11.2
		10.5	11.24

Keskimääräinen pituus 11.35

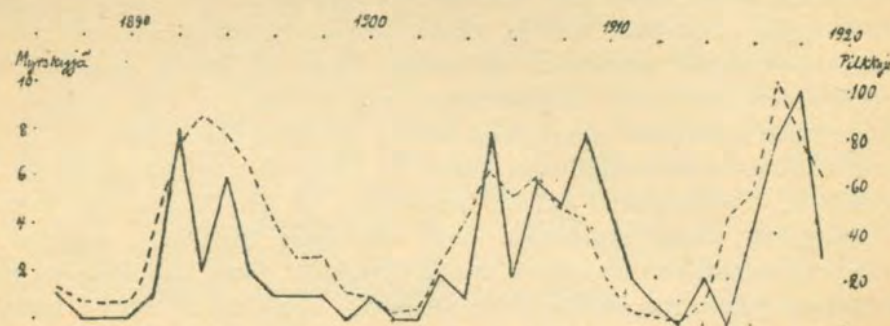
Nämä arvot ovat lasketut tasoitettujen suhdelukujen mukaan. Tasoituksessa on pilkkujen lukumäärää idealisoitu sen verran, että kaikki toisarvoiset, vuotta lyhyemmät vaihtelut ovat hävinneet. Jakson keskimääräinen pituus viimeisen sadan vuoden kuluessa on noin 2 kuukautta pitempi kuin pitemmällä pilkkusarjalla, alkaen vuodesta 1749.

Auringon pilkkujakson yhteys maamagneettisten ilmiöiden kanssa on hyvin selvä. Tunnettu maamagneetikko *Lamont* huomasi viime vuosisadan keskivaiheilla magneettisen voiman vuorokausivaihtelun laajuuden olevan suorassa yhteydessä pilkkujen lukumäärän kanssa, niin että laajuus on suurin pilkkujen maksimiaikaan ja pienin niiden minimiaikaan. Tämä yhteys on napa-seutuja lukuunottamatta samanlainen suurilla alueilla ja voidaan esittää yksinkertaisella matemaattisella lausekkeella. Niinpä esim. deklinatioon nähden sen vuorokautinen laajuus ( $a$ ) pilkkujakson eri vuosina on seuraava:

$$a = 5.309 + 0.047 \times r,$$

missä  $r$  on pilkkujen suhteellinen lukumäärä.

Tämän kiinteän yhteyden todistukseksi mainittakoon vielä, että jos lasketaan magneettisen voiman vuorokausivaihtelun laajuuden muutoksien jak-



Graafinen esitys magneettisten myrskyjen ja auringonpilkkujen välisestä suhteesta. Katkonaisilla viivoilla piirretty käyrä esittää auringonpilkkujen keskimääräistä lukumäärää kuukaudessa ja yhtenäinen käyrä magneettisten myrskyjen lukumäärää vuodessa.

sollisuus, tulee se melkein samaksi kuin pilkkujakso. Korkeintaan voi yksityisissä jaksoissa ero näiden jaksojen välillä nousta puoleen vuoteen.

Suurimmat magneettiset häiriöt, magneettiset myrskyt, esiintyvät auringonpilkkujen yhteydessä siten, että *Marchandin* tutkimusten mukaan magneettisen häiriön korkein aste sattuu tavallisimmin siihen aikaan, jolloin pilkku kulkee sen auringon meridianin kautta, joka on auringosta suunnattu maan keskipistettä kohden. Välistä voi kumminkin ero näiden aikojen välillä nousta vuorokauten asti, mikä seuraa siitä, että itse asiassa ei pilkku sinänsä, vaan ensi sijassa auringon kielekkeet muodostavat magneettisten häiriöiden energian alkukohdan.

Tämän yhteyden perusteella on odotettavissa samanaikainen jakso magneettisten myrskyjen ja pilkkujen lukumäärien välillä. Ylläolevasta piirrok-

sesta näemme tämän riippuvaisuuden Irkutskin observatorion arvojen mukaan kahden pilkkujakson aikana.

Vaihtelukäyrien nousut ja laskut menevät yleensä samaan suuntaan, vaikkakin yksityisissä kohdin on huomattavissa melkoisia aikaeroja. Kun tässä on vain yhden observatorion mittaukset magneettisiin häiriöihin nähden, ei tulos siinä suhteessa ole mitenkään täydellinen.

Auringonpilkkuja esiintyy, kuten edellä jo mainittiin, enimmänsä auringon ekvaattorin kahta puolta olevassa vyöhykkeessä. Auringon ekvaattorin taso muodostaa ekliptikan kanssa noin 7 asteen kulman. Maa kulkee tämän ekvaattorin tason kautta kesäkuun 5. ja joulukuun 6. päivänä, sen suurin kulmaetäisyys siitä on syyskuun 5. ja maaliskuun 6. päivänä. Tämän mukaan on maapallolla odotettavissa enimmänsä magneettisia myrskyjä silloin kun se on lähinnä pilkkuvyöhykkeen eli auringon aktiivisen toiminnan maksimitasoa, mutta sitä vastoin vähimmän maan kulkiessa auringon ekvaattorin tason kautta. Tämän mukaisesti sattuvatkin magneettisten häiriöiden maksimajat helmi—maaliskuun sekä syys—lokakuun paikkeille ja minimiajat kesä- ja joulukuulle.

Auringon toiminnassa ulospäin tuntuu myös sen aktiivisimpien kerrosten kiertoaika akselinsa ympäri

Pilkkujen ja kielekkeiden kerroksessa on pyörimisaika noin 27 päivää ja sen mukaan on magneettisilla ilmiöillä, sekä häiriöillä että rauhallisilla ajoilla tällainen jakso. Sattuu nimittäin sangen usein, että yksityiset häiriöt uudistuvat peräkkäin muutamien 27-päiväisten jaksojen kuluttua ja sitten häviävät. Tällöin on kysymyksessä jokin häiriökeskus, tavallisesti pilkku, jonka toiminta kestää muutamia auringon pyörimiskausia. Näitä häiriökeskuksia on paljon.

Myös tavataan magneettisia häiriöitä 13 ja 14 päivien väliajoilla, mikä johtuu siitä tunnetusta tosiasiasta, että usein kaksi diametraalisesti vastakkaisilla puolilla olevaa paikkaa auringonpinnalla ovat samaan aikaan pilkkutoiminnassa.

Joitakin vuosia sitten *Ad. Schmidt* esitti sen tuloksen, että edellisen jakson lisäksi suurimmat magneettiset häiriöt esiintyvät sellaisten pitempien väliaikojen perästä, jotka ovat 30-päiväisen jakson tasakertoja. Koska tämä pyörimisaika vastaa auringon pintakerroksissa 48° asteen leveyttä, ja on siis pilkkuvyöhykkeen ulkopuolella, täytyy otaksua niiden alkuperän olevan syvemmällä auringon sisässä, jossa pyörimisaika on suurempi.

Tällaisia häiriöitä sai hän kolme eri ryhmää, kukin johtuen nähtävästi omasta häiriökeskuksesta, joka syttyy toimimaan ainoastaan hyvin harvoin. *Angenheister* on laskenut, että osa näistä suurimmista häiriöistä uudistuu suunnilleen 4247 tai 4247 + 30 päivän kuluttua, mikä aika on verraten lähellä 11-vuotista pilkkujaksoa.

Suurimpien myrskyjen 30-päiväinen jaksollisuus on epäselvemmin todistettavissa kuin edellinen, 27-päiväinen, mutta kaikissa tapauksissa todellinen. Näiden jaksojen avulla saamme selville mielenkiintoisia ominaisuuksia auringon toiminnasta. Johtopäätöksien tekoa vaikeuttaa tällöin aina se seikka, että

huolimatta yleisestä yhteydestä pilkkujen ja magneettisten häiriöiden välillä, sattuu silloin tällöin, ettei pilkku aiheuta häiriötä, tai että häiriötä havaitaan ilman näkyviä pilkkuja. Hankaluutta tuottaa vielä se omituisuus, että pyörimisen kulmanopeus vaihtelee, kuten edellä olemme nähneet, huomattavasti yksistään jo pilkkuvyöhykkeen alueellakin.

Auringon pilkkutoiminnan kanssa kiinteässä yhteydessä on mainittava myös revontulet.

Revontulet ja magneettiset häiriöt ovat molemmat auringon vilkkaamman pilkkutoiminnan seurauksia. Kumpikin ilmaisee auringon sähkösäteilyn omalla tavallaan, edellinen sähkövalona ilmakehän ohuissa kerroksissa, keskimäärin noin 100—120 kilometriä korkealla, jälkimmäinen taas magneettisen tilan muutoksina. Revontulilla on tämän alkuperänsä perusteella pilkkutoiminnan mukaiset vuotuinen ja yksitoistavuotinen, sekä magneettisten häiriöiden mukaan vuorokautinen jakso.

Auringonpilkkujen vaikutus on todettavissa myös jossain määrin ilmasähkön ja maasähkövirtojen vaihteluissa. Amerikkalaisen *Bauerin* äskettäin julkaisemien tutkimusten mukaan muuttuu ilmasähkön potentiaaliero sekä sen päivä- ja vuosivaihtelut noin 30 prosenttia, kun pilkkujen suhteellinen lukumäärä kasvaa minimistä maksimiin. Tavallisimmin kasvavat molemmat samaan suuntaan, mutta omituista kyllä, on olemassa sellaisiakin jaksoja, jolloin nämä potentiaalieron muutokset pienenevät pilkkujen kasvaessa. Tämä riippuvaisuus tuntuu sekä vuotuisessa että II-vuotisessa jaksossa.

*Millä tavalla auringon energia saa aikaan magneettisia ja sähköisiä muutoksia maapallolla.*

Kun tällainen verraten kiinteä yhteys on olemassa, toiselta puolen auringon toiminnan vaihtelujen ja toiselta puolen maamagneettisten, revontulien ja vieläpä ilman ja maaperän sähköilmiöiden välillä, on meidän tämä kysymys myös lyhyesti selitettävä. Sivuuttamalla kokonaan vanhemmat teoriat, haluamme vaan mainita nykyisen vallallaolevan käsityskannan.

Mistäään suorasta auringon magneettisen kentän aikaansaamasta vaikutuksesta samaan tapaan kuin kahden magneetin välillä, ei voi olla kysymystäkään näiden magneettien suuren keskinäisen etäisyyden vuoksi. Siinä täytyy olla joku välittävä ilmiö. Sellaisena pidetään magneettisiin ilmiöihin nähden auringosta tulevaa negatiivista sähkösäteilyä, katodisäteilyä. Katodisäteily on fysikaalisesti katsottuna elektronivirta. Kun tämä säteily kohtaa ilmakehän, imeytyvät elektronit siihen, saattaen ilman ionisointi-ilmiön avulla sähköä johtavaksi. Tällä tavalla muodostuu ilmakehään noin 900 km korkealla sähköä johtava kerros, joka liikkuu päivittäin ylös ja alas. Siihen muodostuu maamagnetismin vaikutuksesta sähkövirtoja, jotka taas aikaansaavat maamagneettisen voiman vuorokausivaihtelun. *Schmidt* on osoittanut tämän saman

sähköjohtavan kerroksen olevan läheisessä riippuvaisuudessa ilmanpaineen vuorokausivaihtelun kanssa. Nykyään on tämä kerros tullut erittäin merkitykselliseksi sen vuoksi, että sen tilasta riippuu suuresti radioaaltojen kuuluminen.

Auringon häiriöpaikat, pilkkujen laita-alueet soihtuineen ja kielekkeineen lähettävät erikoisen voimakasta sähkösäteilyä. Ainoastaan silloin kun tämä säteily on osapuulle suunnattu maata kohden, kykenee maan magneettinen kenttä poikkeuttamaan ne suunnastaan ja vetämään osittain ilmakehäänsä. Tästä johtuu edellämainittu magneettisten häiriöiden sattuminen niihin aikoihin, kun pilkku kulkee auringon keskimeridianin poikki. Pienikin suunnan muutos auringon sähkösäteilyssä kykenee aikaansaamaan suuria muutoksia sekä katodisäteilyn radoissa maan lähistöllä että yllämainitussa sähköä johtavassa kerroksessa. Siitä taas johtuvat magneettiset häiriöt ja revontulet.

Magneettisissa häiriöissä on negatiivinen katodisäteily vaikuttavana tekijänä, revontulissa pääasiallisesti positiivinen säteily. Lisäksi voi auringon ultraviolettisäteily vielä lisätä ilman sähkönjohtokykyä.

Näiden säteilyjen perusteella on voitu selittää monia magneettisia häiriöitä ja revontulia, sekä näyttää laboratorioissa useita erilaisia revontulimuotoja.

#### *Pilkkujakso ja ilmastovaihtelut.*

Edellä jo mainittiin, kuinka jo lähes 300 vuotta sitten pilkkujen lukumäärän muutoksista selitettiin johtuvan ilmastollisia muutoksia. Tällaisten selitysten ja tutkimusten lukumäärä on tavattoman suuri ja laajenee vuosi vuodelta. Kysymys on kovin kiintoisa, ja ilmastollinen aineisto on tarpeeksi monipuolinen antamaan aina sijaa uusille näkökohdille.

On todennäköistä, että ilmastolla ja auringon säteilyn muutoksilla, joista pilkkutoiminta on mieltäkiinnittävin, täytyy olla jonkinlainen toisistaan riippuvaisuus, sillä onhan auringonsäteily maan ainoa käytännöllisesti huomioon otettava energialähde. Auringon säteilyn muutosten täytyy myös tuntua maan lämpösuhteissa ja sen perusteella ilmavirtauksissa ja koko ilmakehän pyörikköissä.

Vaikkakin muutokset auringon toiminnassa ovat verraten tarkkaan tunnettuja, kuten edellä olemme nähneet, ei samaa voi sanoa aurinkovakion vaihteluista. Aurinkovakio (solarikonstantti) ilmoittaa sen lämpö määrän, jonka auringon säteily kehittää kohtisuoraan sitä vastaan asetetulle neliösenttimetrin suuruiselle pinnalle minuutin ajassa ilmakehän ulkorajalla. Sen suuruus on viimeisimpien mittausten mukaan keskimäärin 1.93 grammakaloriaa. Toisin sanoen se kykenee minuutissa kohottamaan 2 cm vahvuisen vesikerroksen lämpötilan yhdellä asteella. Useiden tutkimusten mukaan näyttää aurinkovakio suurenevan pilkkujen lukumäärän lisäytyessä, siis auringon säteilyenergia sen mukaan kasvaa pilkkutoiminnan mukaan. *A. Angströmin* laskujen mukaan jatkuu tätä aurinkovakion kasvua ainoastaan siihen saakka, kunnes pilkkujen

suhteellinen lukumäärä pääsee 100 ja 160 välille. Kun pilkkuja on vielä enemmän, näyttää aurinkovakio taas pienenevän. Aurinkovakion muutos on kuitenkin vähäinen 2 á 3 %, eikä olla vielä varmoja siitä, onko tässä todella kysymyksitse vakion muuttumisesta, vaiko joistakin muutoksista ilman säteilyn läpäisemiskyvyssä, mistä johtuisi koko tämä kyseessäoleva vaihtelu. Tämän perusteella voimme jo aavistaa, että pilkkutoiminnan ja ilmastovaihtelujen välillä ei voi odottaa kiinteitä riippuvaisuussuhteita.

Näiden seikkojen selventämiseksi haluan tässä lyhyesti mainita muutamia esimerkkejä. Englantilainen *Walker* on tehnyt laajan tutkimuksen tässä suhteessa koko maapallolta. Yleensä ovat riippuvaisuusluvut erilaisia eri osilla maapalloa niin pieniä, ettei niillä ole mitään käytännöllistä merkitystä. Niinpä esim. maapallon itäpuoliskolla on yleensä runsaiden pilkkujen aikana tavallista sateisempaa, mutta läntisellä kuivempaa. Lämpötila on yleensä pilkkujen maksimiaikaan lämpimissä maissa korkeampi kuin muulloin. Kuuluu saksalainen meteorologi *Köppen* sai lämpötilaan nähden tropiikeissa ja Keski-Euroopassa sellaisen vaihtelun, että se pilkkujen minimiaikaan on korkein ja maksimiaikaan pienin. Skandinavian maista on saatu taas päinvastainen suhde, yleensä alhaisempi lämpötila pilkkujen minimin, mutta korkeampi sen maksimin ajoilla. Sademäärä ja veden korkeusmittaukset osoittavat *Wallénin* mukaan Ruotsista, että pilkkujakson kuluessa niillä on kaksi maksimia, toinen pilkkujen minimiaikaan ja toinen vähän jälkeen pilkkujen maksimin sekä minimit vähää ennen pilkkujen korkeimpia ja alhaisimpia arvoja.

Suomessa suoritettut tutkimukset lämpötilaan nähden ovat samanluontoisia kuin Skandinaviassa. Erityisesti näyttää kevät olevan meillä vähän aikaisempi ja lämpimämpi pilkkujen maksimiaikaan. Tällaisesta keväästä taas seuraa, kuten aikoinaan *Lemström* ja äskettäin tämän kirjoittaja ovat osoittaneet, keskinkertaista parempia vuodentuloja. Toiselta puolen pyrkivät katovuodet meillä esiintymään pilkkujen minimiaikoina. Niinpä on ollut viimeisen sadan vuoden aikana tässä tilanteessa ja sen lähellä useimmat katovuodet, nimittäin 1821, 1832, 1834, 1844, 1855, 1856, 1867, 1878, 1902 ja 19234. Pilkkujen maksimiajan lähistöllekin sattuu sentään jokunen katovuosi, kuten 1831, 1835, 1862, 1892 ja 1893, joten riippuvaisuus ei ole tarpeeksi selvä. Missään tapauksessa ei voi tällaisia tuloksia käyttää ennustustarkoituksiin, sillä muut säännöttömät vaihtelut säätekijöissä ovat monin verroin voimakkaampia.

Aivan viime vuosina on Amerikassa huomattu lyhytaikaisten aurinkovakion muutosten vaikuttavan sähän ja erityisesti lämpötilaan sillä tavalla, että kun vakion suuruus kasvaa esim. yhden prosenttia, kohoaa lämpötila eräissä seuduissa Etelä-Amerikassa 1 á 2°. Tätä vaikutusta tutkitaan paraikaa Amerikan Yhdysvaltojen sääennustustoiminnan yhteydessä. Ei ole vielä ollenkaan varmaa, päästäänkö tätä tietä pitemmälle sääennustustoiminnassa kuin tähän asti. Jos näin kävisi, tulisi silloin auringon toiminnan vakituinen seuraaminen olemaan välttämätöntä ilmatieteen käytännöllisen elämän tarpeita hyödyttävälle sovellutuksille.

## PIKKU TIEDONANTOJA.

Kirj. *V. A. Heiskanen.*

*Kierteissumujen etäisyydet.*

Jo kauat ajat ovat tähtitieteilijät olleet sitä mieltä, että kierteis- (spiraali) sumut ovat linnunratajärjestelmämme ulkopuolella olevia tähti- ja sumumuodostumia. Tähän tulokseen on tultu esim. kierteissumujen suurten säteisnopeuksien — ne nousevat aina 2000 kilometriin sekunnissa — ja häviävän pienten ominaisliikkeiden avulla. Kun näet ei ole mitään syytä olettaa, että kierteisumut kulkisivat juuri meihin päin tai meistä poispäin, niin täytyy niiden ominaisliikkeenkin kilometreissä lausuttuna olla suuri, ja koska se meille näkyy pienenä, niin täytyy kierteissumujen olla kaukana. Monella muullakin keinolla on tultu samaan tulokseen.

Nyt viime vuonna on tästä asiasta saatu selvyys, kun *E. P. Hubble* on Wilson-vuoren tähtitornin suurella peilikaukoputkella valokuvannut Andromedan ja Kolmion kierteissumuja useita kertoja, ja löytänyt edellisestä 12 ja jälkimmäisestä 22 kefeidiä, joiden valovaihtelun jakso on 17—50 vuorokautta. Kefeidit ovat sellaisia muuttuvia tähtiä, että niiden valovaihtelujakson avulla voidaan määrätä niiden todellinen valovoimakkuus. Ja kun sitä verrataan havaittuun, näennäiseen valovoimakkuuteen, niin saadaan näiden tähtien ja siis myös kierteissumujen etäisyys. Kummankin sumun etäisyydeksi on saatu n. 275 000 tähtiväliä, eli pyöreissä luvuissa 1 milj. valovuotta. Tämän etäisyyden päässä ollen on Andromedan sumun läpimitta n. 32 000 valovuotta. — Pienempien kierteissumujen etäisyys lienee suuruusluokkaa 10—100 milj. valovuotta.

*Magellanin pilvet.*

Eteläisen pallopuoliskon suurimpia merkillisyyksiä ovat n. 20 asteen päässä etelänavasta ja n. 20° päässä toisistaan olevat, paljainkin silmin näkyvät sumumuodostumat, n. s. Magellanin pilvet. Niissä on hyvin paljon pienen pieniä kaasusumuja ja suuri joukko muuttuvia tähtiä, useimmat kefeidejä. Kefeidien avulla on *H. Shapley* Harvard-tähtitornilla (Harv. Circular 255, 260, 268, 271 ja 280) määrännyt näiden pilvien etäisyydet ja saanut suuremman pilven etäisyydeksi 112 000 valovuotta (parallaksi  $\pi = 0''.000029$ ) ja pienemmän pil-

ven etäisyydeksi 103 000 valovuotta ( $\pi = 0''.000032$ ). Suuremman pilven läpimitta on n. 14 000 ja pienemmän pilven läpimitta n. 6000 valovuotta. Näissä pilvissä tavataan toistaiseksi kirkkaimmat tähdet. Noin 300 tähteä on kirkkaampia kuin —7 suuruusluokan tähdet (auringon todellinen suuruusluokka 10 tähtivälin etäisyydellä ollen on +5). Ja kirkkain, S Doradus kuuluu suuruusluokkaan —8.9. Se on siis n. 14 suuruusluokkaa eli n. 500 000 kertaa kirkkaampi kuin aurinkomme!

#### Suurimmat kaukoputket.

Seuraavassa on pieni luettelo toistaiseksi suurimmista kaukoputkista.

#### I. Linssikaukoputkia.

	Linssin läpimitta
Yerkes-tähtitorni (Yhdysv.)	102 cm
Lick-tähtitorni »	91 »
Meudonin astrofys. observatorio (Ranska)	83 »
Potsdamin » » (Saksa)	80 »
Pulkovan tähtitorni (Venäjä)	76 »
Nizzan » (Ranska)	76 »
Greenwichin » (Englanti)	71 »

#### II. Peilikaukoputkia.

	Suuren peilin läpimitta
Wilson-vuoren tähtitorni (Yhdysv.)	258 cm
Viktorian astrofys. observatorio (Canada)	184 »
Birr Castle-tähtitorni, Parsonstown (Irlanti)	183 »
Wilson-vuoren tähtitorni (Yhdysv.)	152 »
Melbournen tähtitorni (Australia)	122 »
Berlin-Babelsbergin tähtitorni (Saksa)	120 »
Parisin tähtitorni (Ranska)	120 »

Luettelosta näkyy, että anglosaksilaisilla tähtitieteilijöillä on ylivoimaisesti suurimmat kaukoputket käytettävänä.

#### Avaruuden säde.

Einsteinin luoma ja m. m. de Sitterin kehittämä avaruus-aika-jatkumo (Raum-Zeit-Welt) on äärellinen mutta rajaton jotenkin samaan tapaan kuin pallonpinta. Käyttämällä hyväksi tähtien säteisnopeuden riippuvaisuutta avaruuden ulottuvaisuuksista on Silberstein laskenut avaruuden säteen ja saanut arvon  $7.2 \times 10^{12}$  tähtitieteellistä yksikköä (maan etäisyys auringosta) eli 36 000 000 tähtiväliä. Lundmark on myös tullut siihen tulokseen, että havainnot ovat sopuissa Einstein- de Sitterin äärellisen avaruuden kanssa.

#### Auringon liike.

Auringon liikenopeus on n. 20 km/sek. Amerikkalaisen Searesin tutkimusten mukaan on eri tähtien avulla laskettu auringon nopeus erilainen siten, että absoluuttisesti valovoimakkaampien tähtien avulla laskien saadaan pienempi nopeus seuraavan kaavan mukaan

$$V_0 = 19.4 + 2.8 \times M,$$

jossa  $V_0$  on auringon nopeus ja  $M$  tähden absoluuttinen suuruusluokka — aurinko kuuluu absoluuttiseen suuruusluokkaan +5.

#### Suuria tähtien tiheyksiä.

Jos auringon tiheyttä (joka on 1.4) merkitsemme luvulla 1, niin kiintotähtien tiheydet vaihtelevat lukujen 2 ja 0,000001 välillä. Jättiläistähtien tiheys on hyvin pieni ja kääpiötähtien samaa kantalukua kuin auringon. Nyt on kuitenkin todettu olevan muutamia tähtiä, kuten Siriuksen seuralainen ja Procyonin seuralainen, joiden massa on suhteellisen suuri ja pinta-ala ja siis myöskin tilavuus pieni, joten tiheyden täytyy olla suuri. Massa määrätään vetovoimain mukaan (kaksoistähdissä), pinta-ala todellisen valovoimakkuuden ja lämpötilan avulla, jotka molemmat tunnetaan — valovoimakkuus on suoraan verrannollinen tähden pinta-alaan ja suoraan verrannollinen efektiivisen lämpötilan neljänteen potenssiin — ja lämpötila spektriluokan avulla. Täten saadaan tiheyksiä, jotka ovat 1 000—80 000 kertaa niin suuria kuin auringon tiheys. Kun tuollaiset arvot tuntuvat epätodennäköisiltä, niin saamme pian odottaa mielenkiintoisia muutoksia tähtien säteilyoppiin.

## URSAN TOIMINNASTA.

Kirj. V. R. Ölander.

Tähtitieteen harrastus on melkein kaikissa maissa synnyttänyt erityisiä yhdistyksiä ja seuroja, jotka toimivat tämän harrastuksen levittäjinä ja ylläpitäjinä. Suomen tähtitieteen harrastajain yhdistys *Ursa* (Amatörastronomiska föreningen i Finland *Ursa*) elää vasta lapsuusvuosiaan. Julkiseksi yhdistykseksi se tehtiin marraskuun 2. p:nä 1921; perustavien jäsenten lukumäärä oli 12. Tästä vaatimattomasta alusta on yhdistys nopeasti kasvanut, ollen sen jäsenluku nyt noin 290. Vuodeksi 1925 Valtioneuvosto myönsi *Ursalle* 6000 markan suuruisen avustuksen, ja 1926 on myöskin sama summa annettu.

Millainen on ollut tämän yhdistyksen toiminta, mikä on sen tarkoitusperä ja mitkä sen lähimmät hankkeet?

*Ursan* tarkoituksena on toimia Suomessa kaikkien tähtitiedettä harrastavien kansalaisten yhdyssiteenä sekä tähtitieteen harrastuksen levittäjänä yhä laajempiin piireihin. Yhdistyksen jäseneksi voi liittyä kuka Suomen kansalainen tahansa, jolla on vähänkin harrastusta asiaan.

*Ursa* koettaa tarkoituksensa toteuttaa pitämällä kokouksia esitelmien ja keskusteluiden, järjestämällä tähti-iltoja sekä hankkimalla ja välittämällä havaintovälineitä ja kirjallisuutta.

Helsingissä toimeenpannuista esitelmätilaisuuksista ja tähti-illoista on ensi sijassa vain pääkaupunkilaisille hyötyä. Sentähden on maaseutujäseniä varten muodostettu erityisiä haaraosastoja, joille yhdistys luovuttaa kaukoputken ja muita välineitä, mutta jotka sisäisesti toimivat itsenäisesti. Tällaisia haaraosastoja on nykyään Mikkelissä, Joensuussa, Porissa, Tampereella ja Turussa; uusi on syntymässä Jyväskylässä. Näille osastoille hankitut kaukoputket ovat 60 mm:n mittaisella objektiivilla varustettuja refraktoreita, jotka kaikki ovat kotimaista tekoa.

Yhdistyksen suurin kaukoputki on pääosaston hallussa. Se on 170 mm:n kokoisella peilillä varustettu peilikaukoputki, sekin Suomessa valmistettu ja erinomaisen hyvä. Sitä suurempia putkia on Suomessa ennestään vain kaksi, nim. Helsingin tähtitornin tähtivalokuvaukseen käytettävä kaksoisrefraktori. Tämän kaukoputkensa suojaksi yhdistys aikoo lähitulevaisuudessa pystyttää Helsinkiin tähtitornin; vasta silloin sitä voidaan menestyksellä käyttää taivaan tutkimiseen.

*Ursa* onkin anonut Helsingin kaupungilta lupaa saada rakentaa pienen tähtitornin Kaivopuiston kallioille. Kun kaupungin valtuusto kokouksessaan 15. III. 1926 suostui antamaan *Ursalle* vuokraoikeuden 30 m<sup>2</sup> suuruisen alaan Kaivopuistossa, niin nähnevät helsinkiläiset sinne jo tänä keväänä kohoavan aistikkaan, arkkitehti *Martti Välikankaan* piirrosten mukaan rakennettavan tiilisen tähtitornin. Rahat tarkoitukseen koetetaan kerätä tähtitiedettä harrastavilta henkilöiltä. Kehoitetaan ursalaisia panemaan asian sydämelleen. Pääasiassa *Ursan* filmin avulla on jo saatu kokoon n. 15,000 Smk.

Keväällä v. 1924 kutsui *Ursan* johtokunta yhdistyksen ensimmäiseksi kunniajäseneksi Suomen tähtitieteen Nestorin, tähtitieteen harrastuksen levittäjänä maassamme uranuurtajan, prof. *E. Bonsdorffin*.

*Ursan* yleislaatuista yrityksiä on ensi sijassa mainittava Einsteinin filmin esitys. Tämä filmi, joka hyvin havainnollisesti esittää tunnetun suhteellisuusteorian periaatteita, näytettiin *Ursan* toimesta keväällä 1924 Helsingissä, Turussa, Viipurissa, Tampereella, Vaasassa, Porissa ja Joensuussa, kaikkiaan 16 kertaa. Esitystilaisuuksissa pidettiin esitelmää filmin selittämiseksi. Filmillä on nykyään *Ursan* omaisuutta.

Yhdistyksen uusin yritys on vihdoinkin tämän »Vuosikirjan» julkaiseminen. Siitä on tehty yleislaatuinen ja yleistajuinen tähtitieteellinen esitys. Se leviää varmaankin moneen suomalaiseen kotiin, ja jos se muutamaankin kykenee levittämään tietoja tähtitieteen nykyisistä saavutuksista, jos se muutamassakin henkilössä kykenee synnyttämään tiedonhalua ja harrastusta — silloin ovat sen tekijät ja niiden kautta *Ursa* saavuttaneet päämääränsä.

## SISÄLTÖ.

	Siv.
Tähti-öistä. <i>Eyvind Sucksdorff</i> .....	5
Tähtitieteen opetuksesta Suomen kouluissa. <i>E. Bonsdorff</i> ....	7
Linnunrata. <i>V. A. Heiskanen</i> .....	10
Kiintotähtien nimet. <i>O. J. Tallgren</i> .....	19
Ovatko Marsin kanavat todellisia? <i>Ilmari Bonsdorff</i> .....	30
Maallikon mietteitä maailmanarvoituksesta. <i>A. V. Raita</i> .....	37
Tähtitieteen harrastajan työmaita. <i>Yrjö Väisälä</i> .....	40
Ensimmäiset suomenkieliset tähtitieteen esitykset. <i>V. J. Kallio</i>	53
Kaksoistähtien välien ja kiintotähtien halkaisijain määrääminen interferenssikeinolla. <i>Uuno Pesonen</i> .....	59
Aurinkokuntamme iästä. <i>Erik Palmén</i> .....	66
Auringonpilkuista. <i>J. Keränen</i> .....	74
Pikku tiedonantoja. <i>V. A. Heiskanen</i> .....	83
Ursan toiminnasta. <i>R. V. Ölander</i> .....	86

## Verrattomia askartelukirjoja:

---

**Nuorten kokelijain ja keksijain kirja.** Maisteri Ilmari Jäämaan kuuluisa askartelukirja opettaa nuoria lukijoita itse rakentamaan mitä mielenkiintoisimpia koneita. 4:s, lisätty painos. 340 sivua, 325 kuvaa..... 28:—, sid. 35:—.

**Kemiallinen kokelukirja.** Prof. O. Nothdurftin mainion hauska askarteluopas, jossa neuvotaan satoja kuvittavia ja hyödyllisiä kokeita tekemään. 368 sivua ja 149 kuvaa..... 20:—, sid. 30:—.

**Kemiallis-teknillinen käsikirja.** Kemisti-insin. V. Falckin ja kemisti-tri R. V. Stigellin verraton askartelukirja, jossa on kokonaista 1.600 ohjetta metallien käsittelystä, öljyjen, saippuain, suksivoiteiden ja kirjoitusmusteiden valmistamisesta y. m. y. m. .... Sid. 40:—.

**Jokamiehen radiokirja.** Iltojen ratoksi on rattaosaa kuulla langattoman ihmeviestestä. Amerikk. radiomiehen A. C. Le-carbouran teos opettaa Teitä itse kokoonpanemaan ja hoitamaan radiovastaanottajanne. 283 sivua ja 160 kuvaa..... 32:—, sid. 45:—.

**Poikain askarteluopas.** Ins. W. E. Winbergin neuvokirja antaa innostavia ohjeita nikkaroimiseen, maalaamiseen ja paperoimiseen sekä kaikenlaisten metallitöiden tekemiseen. 80 ohjetta ja 208 kuvaa..... 12:—, sid. 22:—.

**Pikakirjoituksen oppikirja.** Pikakirjoitus on välttämätön taito, mille alalle hyvänsä antautuneekin. Tri Neovius-Nevanlinnan klassillinen oppikirja on todella kulunut Suomen pikakirjoituksen harrastajain käsissä, sillä siitä on jo otettu 8 suurta painosta..... Sid. 15:—.

**Talkurin kirja.** Maisteri Ilmari Jäämaan kokoomis mitä hupaisimpia, nerokkaita taikatemppeja perhepiirin ja nuorisoyhtämien ratoksi. Toinen painos, runsaasti kuvitettu. 15:—.

**Shakki, pelien kuningas.** Gutmayer—Jäämaan toim. täydellinen opastus jalon shakkipelin taitoon. 2. lis. painos. 258 sivua ja 403 pelikaaviota..... 20:—, sid. 30:—.

**WERNER SÖDERSTRÖM OSAKEYHTIÖ**

---

*Hinta 26 mk.*