

Kansanvalistus-seuran toimituksia. LI.

---

Lyhyt selitys

# Mailman rakennuksesta.

Kirjoittanut

J. A. B.



Sisältää useita kuvia ja tähtikartan.

---

Helsingissä, 1885.

**Lyhyt selitys**

# **Mailman rakennuksesta,**

kirjoitti

**S. A. B.**

Sisältävä useita puupiirroksia ja tähtikartan.



**Helsingissä, 1885.**

Ranjanvalistus-seuran kustantama.

**Helsingissä,**

Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran kirjapainossa, 1886.



## Alkulause.

Se ääretön paljous taiwaankappaleita, joka löytyy awaruudessa, muodostaa maailman. Näitä taiwaankappaleita kutsumme tähdiksi, kun niitä näemme taiwaankannella loistawan. Ueampien näiden taiwaankappaleiden suuruus, etäisyys ja liikunto on, suuretieteen avulla, osaksi enemmän, osaksi vähemmän tarkoin tutkittu, onpa niiden luonneki wiimme aikoina joutunut tutkinnon alaiseksi. Tieto kaikista näistä muodostaa n. k. tähtitieteen eli astronomian.

Niin kuin yllämainitusta selwäksi käy, ei kuitenkaan kaikkien tähtien suuruus, etäisyys j. n. e. ole tunnettu, eikä edes tiedetä, paljoko tähtiä mahdollisesti on olemassa. Kun siis tämä kirjuri puhuu maailmanrakennuksesta, niin se tietysti selittää siitä sen osan, joka meidän aikaamme asti on tullut tunnetuksi.

Se ala, jolle lukija seuraavassa johdetaan, on, waikka mieltä ylentävä ei ainoastaan sananmukaisessa vaan myös kuvaannollisessa merkityksessä, myöski mieltä alentava. Mikä tiede voikaan selwemmin osoittaa ihmiselle hänen ja hänen asuinpaikkansa pienuuden, kuin se, joka mittakeppinään käteltää maan etäisyyttä auringosta? Täältä rajoitetulta alalta on kuitenkin ihmisjärki voinut tunkea awaruuden etäisimmille aloille tutkimaan ja ihmettelemään Luojan rajatonta suurruutta.



Waikka mailmanrakennuksessa suurin järjestyksessä hallitsee, ei sen käsittäminen meille kuitenkaan ole helppo, syistä, jotka edempänä mainitaan. Seuraavassa koetetaan esitellä ilmiöt taiwaalla siinä järjestyksessä ja sillä tavalla, että tavallinen järki suuremmitta vaikeuksista voi ne käsittää.

## Ensi luku.

### Ensimmäiset havaintomme maamme ja taiwaan- kappaleiden suhteen.

Meidän maamme näyttää ensi katsannolla suurelta, vaakasuoralta pinnalta, jonka yli taiwaankanji kaareutuu, rajoittaen sitä joka suunnalta yhtä pitkän matkan päässä. Tätä ympyrämäistä rajaa, jossa maa ja taiwas näyttävät yhtyvän, kutsutaan taiwaanrannaksi eli horisontiksi. Jos liikemme waikka minne maan päällä, niin taiwaanranta aina näyttää ympäröivän meitä samassa etäisyydessä. Korkeilta vuorilta näemme horisontin paljoa edempänä meistä kuin tasangolta; waan aina se on ympyrämäinen ja katsoja ikäänkuin tämän ympyrän keskipisteessä.

Moninaisista ilmiöistä taiwaan kannella ovat aurinon ja kuun liikunnat ensin silmään pistävät. Aamulla aurinko nousee, illalla sanotaan sen laskeuvan; puolenpäivän aikaan se on korkeimmillaan taiwaalla sen vuorokauden kestäessä. Kuun nousut ja laskut eivät ole yhtä säännöllisiä; se woi nousta ja laskea myös päiväsaikaan, jolloin sen liikkeitä harwoin huomaamme. — Eri vuoden aikoina aurinko nousee ja laskee eri paikoille taiwaanrantaan, päivän-  
tasaajan aikoina, maalisk. ja syyskuussa, se nousee idästä ja laskee länteen, muina aikoina milloin näiden ilmanhaarain etelä- milloin pohjoispuolella. Samoin kuukin nousee milloin toiselta kohdalta, milloin toiselta itäistä taiwaanrantaan, ja taas laskeupi waihtelevin paikoin lännessä. Kuulla huomataan sitä pait „kujeet“ eli waihteleva muoto: milloin on se kokonainen, milloin osaksi nähtävä, jopa näkymätönki (uuden kuun aikana).



Tähdistä lie yleisin ajatus waan se, että niitä on olemassa. Niiden liikuntoa harwa huomannee. Että aurinko hälmentää niiden walon ja tekee ne näkymättömiksi, niin kauan kun se on näköpiirin yläpuolella, sen useimmat käsittänewät.

Joskus huomaamme kirkaampien tähtien ilmaantuwan taiwaalle ja ajoittain taas niitä ei näy, niinkuin esim. koin- ja ehtootähti. Mihin ne joutuvat, kun eiwät näy, sillä kysymyksellä ei moni aivojaan waiwanne.

Tässä lienewät nyt ensi hawaintomme lueteltuna. Mitenkä ne paikkansa pitäwät? Walitettawasti jotenkin waiillinaisesti, etenkin mitä taiwaankappaleiden liikuntoon ja näennäiseen taiwaaurantaan tulee. Usmamme on nimittäin semmoinen, että meidän täytyy erehtyä, jos ainoastaan silmiimme luotamme. Wuosituhansien etewimmät owat tässä asiassa erehtyneet; ei siis ole kumma, jos mekin erehdymme. Wasta pitkälisten hawaintojen ja etewäin koneiden (kaukoputkien) avulla on wähitellen mailmanrakennus oikeassa muodossaan ilmestynyt kuolewaisen silmien eteen.

Kun nyt tieteen walossa tutkimme noita ensi hawaintojamme, saamme warsin uudet käsitykset siitä, mitä me tällä alalla näemme. Hywäksi aluksi opimme, että taiwaankantta ei ole olemassakaan, waan sen sijaan tyhjä ääretön avaruus ja että aurinko, kuu ja tähdet eiwät ole meistä yhtä kaukana, niinkuin näyttäwät olewan, waan hywin erilaisessa etäisyydessä kuli. Taiwaan ranta on yhtä wähän mikään todellinen mailmanraja. Mutta vielä merkillisempi seikka on se, että aurinko ja kuu eiwät nouse eiwätkä laske muutoin kuin näennäisesti ja wihdoin ettei olopaikkamme s. o. maamme suinkaan ole liikumaton, waan päinwastoin juuri se liikuu, joka sekunnissa me sen kanssa kiidämme kolmatta peninkulmaa eteenpäin avaruudessa, niinkuin jotenkin warmat ja suurella huolella suoritetut tähtitieteelliset laskut owat osoittaneet.

Meidän täytyy siis luopua ennakkoluuloistamme ja



askel askelelta tarkastella avaruuden mailmoja siinä walosssa, jonka uuden ajan tie meille tarjoaa. Me aloitamme luonnoollisesti tutkimuksemme meitä lähinnä olevalla osalla mailmaa, s. o. maallamme ja etenemme sitten siitä etene- mistämme niin kauas, kuin kaukoputkella varustettu filmä woi kantaa. Lopuksi tahdomme luoda lyhyen filmäyksen tähtitieteen kehittymiseen muinaisajoilta nykisyhteeseen asti.

## Toinen luku.

### Maamme muoto. Vuorokausi.

Niinkuin jo on mainittu, näyttää maamme suurelta, waakasuoralta, paikoittain epätasaiselta pinnalta. Nyt seuraava kysymys: missä sen rajat ovat ja mitä niiden rajojen ulkopuolella on?

Muinaiskansat luulivat waltameren täkki rajaksi. Mitä sen rajan ulkopuolella oli, siitä olivat arwelut warsin epäselviä ja harhaillewia, niinkuin tämän kirjusen lopussa, historiallisessa katsahduksessa, tulemme mainitsemaan. — Mutta meidän ajallamme on jo maapallomme jotenki tarkoin tunnettu; waltamerien takana on taas löydetty maita ja jo neljättä wuosijataa sitten tiedettiin, että kun samaa suuntaa maan päällä maltetaan kyllin kauas waeltaa, niin saavutaan wihdoin samaan paikkaan, josta lähdettiin (Magelhaens'in purjehdus maan ympäri). Sen jälkeen on maapalloamme kuljettu ristiin rastiin, maitse ja meritse ja tultu huomaamaan sen olewan pallomaisen. Koska tämä kuuluu wähän oudolta semmoisten korwiin, jotka eivät ole joutaneet kirjoista tai muulla tavoin päästä oikein asian perille, tahdomme nyt wetää esiin muutamia todisteita siihen, että maamme tosiaan on pallomainen.

Jos näemme laiwan kaukana merellä ja se lähenee meitä, niin näemme siitä ensin ainoastaan mastojen päät,

sitten niiden keskij- ja alaosat, wihdoin itse laiwan. Laiwasta, joka taas meistä etenee, katoawat ensin nähtävistäämme sen alaosat, sitten keskiosat ja viimein yläosat. Maan pinta on siis murewa, koska tasaisella pinnalla koko



laiwa näkyisi edempänäki, waikka tosin pienempänä ja epäselwempänä kuin lähellä. Tämä todistus on wanha; sen keksi jo Ptolemaios noin 130 vuotta e. Kr. s.

Maamme pinta huomataan siitaki kaarentuwan idästä länteen, että aurinko ei yht'aikaa walaise koko maata, waan wähitellen, ensin itä-, sitten läntisempiä maita. Jos maa olisi tasanko, niin nähtäisiin joka paitassa maan päällä auringon noussewan samaan aikaan ja laskevanki samaan aikaan.

Että maanpinnan muoto myös pohjasta etelään on kaarewa, huomataan siitä, että etelään päin waellettaessa uusia tähtiä, joita maapallo esti näkemästä, alkaa kohota näköpiirin yläpuolelle ja taas päin wastaista suuntaa kuljettaessa, ne samat tähdet katoawat näköpiirin alapuolelle. Ajatelkaamme kärpäsen liikkuvan keilapallolla. Uusia näkyaloja ilmestyy sen eteen sillä suunnalla, jota kohden se kulkee ja wanhat nähtävät katoawat, jos se niitä takaansa vielä etsii; mutta jos se kääntyy ja liikkuu päinwastaista suuntaa kuin äsken, niin nähtälatki taas ilmestyywät päinwastaisessa järjestyksessä kuin äsken.

Tällä kärpäselläki on horisonttinsa, joka muuttuu sen mukaan kuin kärpänen paikaltaan liikkuu. Senki näköpiiri on hymyräinen kuin meidänki, jos se (kärpänen) nimittäin seisoo pallon ylimmäisellä osalla, niin ettei maa tai joku muu pinta rajoita sen näköpiiriä. — Ainoastaan pallon pinnalta voidaan ympäröiwä awaruus nähdä kupumaiseksi ja horisonttia hymyräimäiseksi.

Muinaisajan oppinein mies, Aristoteles, muistutti, että koska maan warjo, joka syntyhy kuun pinnassa kuun



pimennyksessä, on pyöreä, niin tähtyy sen kappaleen, joka warjon luo, olla pallomaisen. Hän oli tietysti aiwan oikeassa.

Mutta pallomainen maa, lepääkö se mitään tukea wasten tai onko se irtonainen?

Edellä jo mainitsimme maan liikkuvan ja melkein kowaa wauhtia. Se ei pysy pönkittynä paikallaan. Wanhan ajan käsityksen mukaan ei niin ollut; maa oli liikkumaton ja aiwan keskellä mailmaa. Vielä toista tuhatta vuotta ajanlaskumme alun jälkeen uskottiin näin. Ja jos filmiemme todistusta tahtoisimme uskoa, asiaa tarkemmin tutkimatta, niin emme siitä uskosta pääsisi.

Tässä kohdassa, niinkuin monessa muussa, etenkä tähtitieteen alalla, ei ole kylläksi tarkastaa ainoastaan sitä ilmiötä, josta on kysymys, vaan pitää otettaman huomioon muitaki, jotka owat josjakin yhteydessä tämän kanssa. — Mielestämme emme itse liiku, mutta muut taiwaankappaleet näyttävät liikkuvan. Tahdomme nyt hetkeksi kääntää huomiomme niiden liikuntoon ja katsoa, mitä woi päättää siitä, mitä näemme.

Asettukaamme jonaki iltana, kun pimeys peittää maan, vaan taiwas on selkeä, filmäilemään awaruuden loistawia walopisteitä. — Näyttääkö tuo lukematon tähtilauma liikkuvan wai eikö? Sen näemme lyhyessä ajassa, jos werrtaamme jonku tähden asemaa johonki maalliseen esineeseen. Jo tunnin kulussa on tähti huomattawasti muuttanut asemansa, werraten tuohon maalliseen esineeseen. Se on siirtynyt länttä kohden. Mutta toisiin tähtiin werraten se ei ole muuttanut asemaansa, sillä ne owat kaikki siirtyneet länttä kohden. Näyttääpä siltä kuin koko taiwaankansi wäänthysi wähittäin idästä länteen. Useampien tuntien kulussa siirtyvät tähdet enemmän ja enemmän länttä kohden ja wihdoin ne laskevat taiwaanrannan alapuolelle. Moniaat eiwät laskekaan; niistä wasta puhutaan. Mihin tähdet kulkevat laskeutuaan? Kysynee joku. Siitä, mitä edellisessä on sanottu, ymmärretään, että ainoastaan puolet mailman awaruudesta meille on nähtävänä, itse maa kun peittää näkywis-



tämme toisen puolen. Tätä näkymätöntä puolta tähdet sekä aurinko ja kuu kiertävät, kuu ovat meille näkymättöminä. Sitten ne taas nousevat idässä ja tulevat meille näkymiin.

Tämä taiwaankannen (näennäinen) vääntyminen idästä länteen tapahtuu aina samansuuntaisesti, joten tähtyy taiwaankannella löytyä kaksi kohtaa, jotka eivät väännytä ympäri, vaan ovat liikkumattomia kuin rattaan napa. Toisen näistä paikoista me voimme nähdä, toista emme voi nähdä, koska se on meille näkymättömällä osalla taiwaankantaa. Näitä kohtia kutsutaanki navoiksi. Pohjoisnapa on aiwan lähellä pohjantähteä. Tämäkään tähti ei siis ole aiwan liikkumaton, vaan kiertää hyvin pientä ympyrää. Kuten edempänä navasta tähti on, sen isompaa ympyrää se näyttää kiertävän, aiwan niinkuin rattaasfakin akselia lähimmät osat kiertävät pieniä ympyröitä, edempänä olevat osat isompia. — Koska pohjantähti on jotenki korkealla taiwaalla, niin useiden tähtien rata tulee kokonaisuudessaan olemaan näköpiirimme yläpuolella. Näitä tähtiä, jotka eivät siis nouse eivätkä laske, kutsutaan navan ympärystö eli circumpolaritähdiksi. Löytyy toisenlaisiakin tähtiä, joiden nousua ja laskea emme näe; ne ovat eteläisellä taiwaalla.

Taiwaannapojen asema on aiwan vähäpätöisillä poikkeuksilla järkähtämätön sekä toisiinsa verraten että myös maahamme. Sama kohta maapallomme pohjoisosassa on aina suunnattu taiwaan pohjoisnapaa kohden ja sama kohta eteläisellä maanpuoliskolla eteläistä taiwaannapaa kohden. Näitä kohtia maan päällä kutsutaan myös navoiksi: pohjois- ja etelänapa. Jos ajattelemme wiivan maan päällä wedetyksi napojen keskiwälitse, niin tämä wiiva jakaa maapinnan kahteen puoliskoon: pohjoiseen ja eteläiseen. Samoin ajatellaan taiwaannapojen wälitse, yhtä laukana kummastaki, wedetyksi wiiva, joka jakaa taiwaankannen kahtia. Näitä napojen wälitse wedetyitä wiivoja maan päällä ja taiwahalla kutsutaan päiväntasaajaksi. Päiväntasaajalla on myös latinainen nimi ekwatori (tasaaja), jonka nimen

se on saanut siitä, että auringon paistaessa päiväntasaajan kohdalta vuorokauden molemmat osat: yö ja päivä, ovat yhtä pitkät eli pituutensa suhteen tasan.

Jos voisimme filmäillä taiwasta jommastakummasta navasta, niin tähdet näyttäisivät kiertävän samansuuntaisesti taiwaanrannan kanssa, s. o. vaakasuoraan. Ne eivät noussi eivätkä laskeisi. Jos taas päiväntasaajan kohdalta filmäilemme tähtien kiertoa, niin näemme kaikki taiwaan tähdet, joita nähdä voi, ja kaikkien kierrosta puolet. Tämä kierto tapahtuu sieltä katsoen pystysuoraan taiwaan rantaa kohden. Napojen ja päiväntasaajan välillä taas nähtävät tähtien radat enemmän tai vähemmän nojautuvan horisonttia kohden.

Me olemme nyt tulleet siihen päätöksen, että taiwaan kansi kerran vuorokaudessa wäänthy ikäänkuin nähtymättömän akselin ympäri idästä länteenpäin.

Dnko maa siis liikkumaton, taiwaanholwi tähtinensä liikkuva, wai miten voi selittää, mitä filmillämme selwästi näemme?

Jo wanhan ajan tähtientutkijat tiesiwät taiwaankappaleiden olewan toisen lähempänä toisen edempänä meistä. Toiset owat tuhansia, jopa miljoonia kertaa edempänä kuin toiset. Vähinnä meitä on taiwaankappaleista kuu; jos ajatellaan sen kiertävän kerran vuorokaudessa maan ympäri, pitää sen minuutissa kulkea 160 suom. pen., auringon taas, joka on paljon edempänä, yli 60,000! Jupiter'in pitäisi minuutissa kiittää eteenpäin 300,000 suom. pen., keretäkseen vuorokaudessa kiertää maan ympäri, nim. siinä etäisyydessä kuin Jupiter toisinaan on, sillä se ei ole aina yhtä kaukana. Wihdoin Neptunuksen wauhti waatisi olla 30,000 suom. pen. sekunnissa! Walokaan ei kule niin nopeasti! Mutta kiintotähdet owat meistä vielä kauempana, ja niiden wauhti siis meni aiwan äärettömiin, on laskettu likimäisen niistä olewan meistä yli 10,000 kertaa edempänä kuin Neptunus. Että kaikki nuo etäiset walopallot semmoista ääretöntä won-



kaa hyökkäisivät eteenpäin avaruudessa tämän pienokaisen maamme ympäri ja juuri samalla hetkellä kaikki tulisivat siihen paikkaan, jossa ne 24 tuntia taapäin olivat, se ei tunnuttu juuri todennäköiseltä.

Mutta miten taiwaanholwin liikunto muutoin voidaan selittää? — Varsin yksinkertaisella tavalla. Matellaamme maapallon kerran vuorokaudessa kääntyvän itään kuin akselin ympäri lännestä itään. Niin suuressa olopaikassa, kuin maamme on, emme sitä ensinkään huomaa. Jossa laivasjalki, joka kulkee siinä jonkun rannan, voi matkustajalle näyttää siltä kuin rannat liikkuisivat ja hän olisi liikkumaton. Ja kuinka monta kertaa sitä ole maa suurempi kuin laiva.

Järkevämmin täytyy meidän tulla siihen päätökseen, että maa kiertää kerran vuorokaudessa ympäri, aina samansuuntaisesti, siis itään kuin jonkun akselin ympäri, vaikka todellista tietysti ei ole. Kierto tapahtuu lännestä itään. — Tuntuu moniaasta kummalta tämä selitys ja he kysyvät: mikä on se voima, joka tätä suurta palloa pyörittää? Sama voima panee muutkin taivaankappaleet alituisen liikkeen; se hallitsee sekä koko aurinkokuntamme että etäisimmätkin taivaanlaella pilkottavat tähdet ja näkyy vaikuttavan yhtä valtavasti maailman viimeisiin ääriin saakka. Me nimitämme sitä *wetowoinaksi*. Se ei ole ainoa ihme, jonka tapaanme luontoa tutkiesjamme.

Maan pyöriesä on sen toinen puoli tietysti aina auringon valossa, toinen aina pimeässä. Vuorokauden kuluessa siis alinomaa nusia paikkoja joutuu auringon valoon ja toisia siitä pois. Otaksukaamme auringon olevan *C*:hen päin. *ABC* olkoon se matka, jota katsoja puolessa vuorokaudessa kulkee. Kun katsoja on *A*:ssa on hänellä sydänhkö. Kun hän on kiertänyt *B*:kohtaan, nousee hänellä aurinko. Tultuaan *C*:kohtaan, on hänellä puoli päivää. Pallon toisella puolella *B*:tä





wastapäätä hänellä aurinko laskee. Näin vaihtelevat yö ja päivä. Navanseuduilla kuitenkin yö ja päivä voivat kumpiki kestää viikkoja, jopa kuukausiaki, johon poikkeukseen syystä vasta mainitaan.

### Kolmas luku.

#### Kuuntauksi ja vuosi. Kiertotähtien liikkeet.

Buorokauden kuluttua ovat taiwaankappaleet taas kimmellein samassa asemassa kuin sen alussa. Kuu on kuitenkin silminnähtävästi muuttanut asemansa tähtiin verraten, ja on wetähtynyt kappaleen matkaa itäänpäin taiwaankannella. Jos kuu esim. eilen illalla oli jonkun firkaaman tähden läheisyydessä, niin se tänä iltana on ennättänyt siitä hyvän matkaa itäänpäin.

Tämä kuun silminnähtävä paikannuutto tähtien joukossa ynnä sen vaihteleva muoto, herätti jo vanhaan aikaan sen luulon, että ainakin kuu todellakin kiertää maan ympäri. Siihen päätökseen tähtyyki tulla tarkasti kaikkia asian haaroja tutkimalla. Kuu tarwitsee  $27\frac{1}{3}$  buorokautta kiertääkseen kerran maamme ja tullakseen samaan paikkaan tähtien joukossa kuin tämän määräjän alussa oli, vaan  $29\frac{1}{2}$  buorok. tullakseen samaan asemaan auringon suhteen kuin se oli tämä aika taappäin. Edellistä kiertoa kutsutaan kuun tähtisuhteiseksi\*), jälkimäistä sen aurinkosuhteiseksi\*\*) kierrokksi. Syynä näiden kiertoaikojen eroavaisuuteen on se, ett'ei auringolaan tuon ajan kulussa ole pitänyt (näyttänyt pitäneen) paikkaansa taiwaankannella, vaan sekin on wetähtynyt (näennäisesti) itäänpäin saman verran kuin kuu parisä buorokaudessa.

Kuun (todellinen) kierto taiwaalla ei tapahdu suoraan lännestä itään, vaan jotenki winoon, niin että osa sen ra-

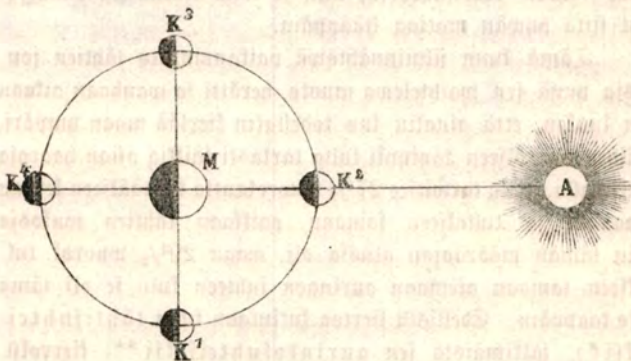
\*) Lat. sanasta sidus = tähti (=siderisekfi.)

\*\*) Kreikk. sanasta synodos = yhteentulo (=synodisekfi.)

dasta tulee olemaan taiwaan päiväntasaajan pohjoispuolella, osa sen eteläpuolella. Sama on auringonki näennäisen liikumisen laita, josta vasta enemmän.

Sitä aikaa, jonka kuluessa kuu kerran kiertää maata, kutsutaan kuukaudeksi, taikka oikeammin kuunkierrokksi. Almanakassa nähdään usean kuukauden sisältävän yksineljästäki päivää. Kuu vuodessa ei kierrä tasan 13 kertaa maattamme, vaan yli 12 kertaa. Koska 12 luku jo muinaisaajoista on ollut suosittu, on vuosiki jaettu 12 kuukauteen, mutta silloin ei tietysti ole saatu kuukausia yhtäpitteiksi, eikä yksi kuukausi voinut vastata yhtä kuun kiertoa; sen sijaan on päivä lisätty, saadaksen suunnille tasaisista ajanlaskua.

Kuun liikuntaa ja vaihteita tarkastaen on tultu vielä toisiin hauskoihin päätöksiin. Kuu on pimeä itsessään ja



saapi valonsa auringosta; koska edellinen ollessaan vastapäätä jälkimäistä ja maa heidän välisjään näkyy kokonaisena (ellei ne ole aivan „linjasja“, jolloin kuu on maan varjon peitossa eikä nähkään); vaan neljännyksien aikana, kun aurinko sitä syrjästä valaisee ( $K^1$  ja  $K^3$ ), näkyy osittain vaan; ja ollen samalla suunnalla kuin aurinko, ei näy ensinkään (uusi kuu), koska ei aurinko silloin valaise meihin kääntynyttä kuun puolisko. Nämä muutokset kuun näennäisessä muodossa kutsutaan kuun fujeiksi ja sanotaan, kun



Kuu ei walaise, että on uusi kuu, kun sen oikea puoli on walaistu, on ensimmäinen neljännes, kun kuu kokonaisena on walaistu on täysi kuu ja kun wafen puoli waan on walaistu, on viimeinen neljännes. Kuwasfamme näkee kuun waiheet sen kiertäessä maan (M) ympäri ja syyn niihin, aurinko (A), josta walo lähtee, joka walaisee sekä maan että kuun.

Zätämme nyt kuun ajaksi; wielä tulemme siitä puhumaan. Nyt käännämme huomionme auringoon. Taiwaan-kannen kanssa se näennäisesti kiertää terran wuorokaudessa maan ympäri, mutta seki, niinkuin kuu, ei pysy yhdesä kohden tähtien välillä, waan siirtyy niiden wälitse paikasta paikkaan. Miten meidän tulee se hymmärtää?

Ensinki yksi seikka tekee auringon näennäisen liikunnan selityksen paljoa waikeammaksi kuin muiden tähtien liikunnan hymmärtämisen, ja se seikka on, että, auringon ollessa näköpiirin yläpuolella, kaikki muut taiwaan-kappaleet owat näkymättömiä (ainoastaan kuuta voidaan sentään huomata silloin tällöin päiwälläkin). Me emme siis woi nähdä sitä takalistoa (tähtitaiwasta), jota kohden taiwaan kappaleiden wähimpiäkin liikuntoja voidaan eroittaa. Huomaamme kyllä auringon joka päiwä kiertävän taiwaan-kantta idästä länteen korkeammalta tai matalammalta (kesällä ja talwella), mutta mitään liikumista itää kohden emme päiwäsaikaan woi huomata.

Mutta jos wähän aikaa ennen auringon nousua tai sen laskun jälkeen tarkastelemme taiwasta sen läheisyhdesä, niin näemme, ett'eivät samat tähdet ole aina aurinkoa lähellä, waan että aurinko hiljakseen wetäyppi itää kohden niinkuin kuuki, mutta paljoa hitaammin. Niinkuin jo mainittiin, niin aurinko kuukauden ajalla näyttää wetäyneen itää kohden saman werran kuin kuu parissa wuorokaudessa. Sen liikunto siis näyttää 12—13 kertaa hitaammalta kuin kuun, josta syystä se tarwitsee yli 12 kuunkiertoa, kiertääkseen terran ympäri taiwaan-kannen. Tätä auringon näennäistä kiertoaikaa kutsutaan wuodeksi.

Todellisuuden mukaan kutsomme tässä auringon kiertoa näennäiseksi. Aurinko näyttää maasta katsottuna liikuvan. Mutta mitenkä se todellisuudessa onkaan?

Taas ki täytyy meidän, samoin kuin maamme vuorokautisesta kierrosta kun oli kysymys, astua syrjään pääkysymyksestä ja jotenkin etäältä hankkia selitystä tähän asiaan.

Pait aurinkoa ja kuuta huomaamme taivaalla kahdenlaisia tähtiä: femmoisia, jotka eivät nähtävästi muuta asemaansa keskenään, nämä ovat n. k. kiintotähdet, ja toisia, jotka muuttavat asemansa keskenään, niitä kutsutaan kiertotähdiksi eli planeetoiksi.

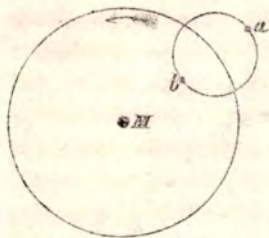
Jo vanhaan aikaan huomattiin wiinemainituilla, mikäli niitä paljain silmin voi erottaa, olewan, pait jokapäiväistä liikuntaa idästä länteen, toisenlainenki liikunta lännestä itään, samoin kuin huomattu oli myös auringosta ja kuusta. Mutta kiertotähtien liikunnossa huomattiin muutamia säännöttömyyksiä, joita ei auringon ja kuun liikkumisessa oltu huomattu. Sitä pait noiden kiertotähtien valo eri aikoina oli warsin vaihteleva: Mars-niminen oli joskus 8 kertaa kirkaampi kuin toisina aikoina ja erään toisenkin, Venuksen, kirkaus oli hywin erilainen. Mitä taas liikkumiseen tulee, oli se joskus peräytyvä eli retrogradinen j. o. idästä länteen, waikka pääasiallisesti etenävä eli progressiivinen j. o. lännestä itään. Peräytymisten kohdilla muodosti kiertotähtien rata ikäänkuin silmukan. Joskus taas kiertotähti ei näyttänyt ensinkään liikuvan.

Juuri samat säännöttömyydet näemme vielä kiertotähtien kulusa. Mutta nyt selitämme ne aiwan eri lailla kuin ne muinoin selitettiin. Esitämme ensin wanhan ja keskiajan käsityksen planeetain kierrosta, waikka se on wahan mutkallinen hymmärtää.

Kiertotähdet kiertävät — näin sitä muinais aikana selitettiin — kaksinkertaista kiertoa. Ympyrämäistä rataa, n. k. deferenttiä liikkuu lännestä itään toisen, pienemmän ympyrän keskiste ja tämän lisäympyrän (epichelin) kehää kiertää



planeta lännestä itään tähän tapaan: Ollessaan  $a$ :ssä, on planeta etäisinnä maasta (=  $M$ ). Silloin sen etenewä liikunto on suurin, koska se rientää



samaa suuntaa kuin lisäympyrän keskipiste. Planeeta näyttää silloin pienimmältä, koska se on etäisinnä maasta. Ollessaan taas  $b$ :ssä liikkuu kiertotähti päinwastaista suuntaa kuin epicykelin keskipiste. Silloin sen peräytymisliikunto on suurin ja se näyttää

suurimmalta. Kahdesti se näyttää olevan liikumatonna; silloin kun sen liikkeen suunta on sama kuin maan keskipisteestä lisäympyrän kehään wedetty ja tätä siwuawa suora wiiva (siwuslin. tangenti) eli toisin sanoen: kun planeeta on niissä kohden radassaan, joissa tämä siwuslin koskee lisäympyrää.

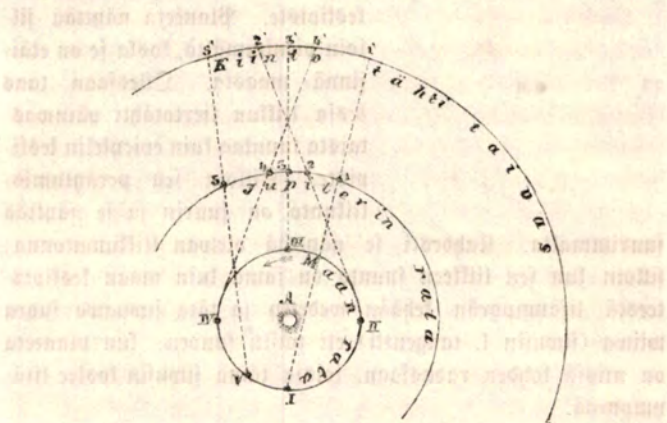
Tämä selitys kuitenkin ei riittänyt sellaisenaan selitykseksi muuta kuin ulkopuolisten kiertotähtien liikkeille. Merkuriuksen ja Venuksen liikkeitä warten tarwittiin uusi selitys ja keksittiinhän sellainenkin, ne mulla kiersiwät tyhjän keskustan ympäri, joka aina pysyi tarfkaan maan ja auringon välissä.

Semmoiset olivat wanhan ajan otaksunniset, ne eiwät juinkaan kekselijäisyyttä puuttuneet, waikka huomioonpanojen waillinaisuuden wuoksi tultiin wääriin johtopäätöksiin.

Wasta Kopernikuksen waltawa nero ohjasi tähtitieteen oikealle perustukselle, kun hän rohkeni wäittää: maamme ja kiertotähdet kiertäwät aurinkoa. Waikka papit siihen aikaan tämän opin pannaan julistiwattin, lyhytmielisesti arwollen sen sotivan raamattua vastaan, on se woittoisana kestänyt kaikki wastawäitteet ja wainoomiset niinkuin totuus ainaki.

Jos me auringosta woisimme silmäillä kiertotähtien kiertoa, näyttäisi se meistä warsin yksinkertaiselta. Mutta se

asia, että me näemme aurinkokuntamme maasta, jota itse on liikkuva, se vaikuttaa että kiertotähtien kierto meistä näyttää kummallisen säännöttömältä. Alla oleva kuva tämän li-  
kemmin osoittaa.



Kuvasja näemme keskellä auringon, ja maan hynä maan radan auringon ympärillä, samoin planeeta Jupiterin ratoineen ja ulompina ympyräosan, joka tarkoittaa tähti-  
tivistä.

Kun nyt Jupiter ja maa liikkuvat radoissaan päin-  
vastaista suuntaa (I ja I) näyttää Jupiterin liikunto  
joudutetulta, (progressiiviselta) koska silloin maan oma lii-  
kunto, jota me, maan päällä asuwaiset emme huomaa, lisää  
J:n näennäistä liikuntoa. Kun taas maan liikunnan suunta  
on kohtisuora Jupiterin liikuntoa kohden (kun maa on sillä  
kohtaa radallaan, joka on merkitty II ja Jupiter 2:sta) niin  
näyttää Jupiter ajaksi pysähtävän hidasta kulkuaensa. Kun  
taas Jupiter ja maa liikkuvat samaa suuntaa (II ja 2—3)  
jää edellinen jälkeen, Jupiter näyttää siis ikäänkuin perä-  
vän (2'—3'). Tästä lähtien näyttää taas J:n liikunnan  
kiihtyvällä wauhdilla sitä nopeammin kuta enemmän maan  
ja J:n suunta eroavat toinen toisistaan.



Jupiter on etäämpänä auringosta kuin maa, toinen kiertotähti, Venus, liikkuu taas maan ja auringon rataan välissä. Jos siis otaksomme Jupiterin rataa kuvasa maan radaksi ja tätä Venuksen radaksi, niin maan ollessa kohdassa *I*, Venus on kohdassa *I* ja näkyy vasemmalla eli itäpuolella aurinkoa, siis ehtotähtenä. Kun maa on tullut kohtaan *2*, on *B:s* niin idässä auringosta kuin se voi tulla (niink. almanakassa sanotaan: „Venus itäisin auringosta“). Kulkessaan matkan *II—III* näkyy *B:s* kirkkainna ja tultuaan lähelle kohtaa *III* katoaa se auringon säteisiin („alimmainen yhdesä-oleminen). Nyt se alkaa näkyä oikealla (länsi) puolella aurinkoa, siis kointähtenä, on kohdassa *IV* läntisim auringosta ja vähä sitä ennen kirkkainna. Se on yhdellä kierroksellaan kahdesti kirkkainna, kerran ehto- ja kerran kointähtenä.

Tästä mitä on sanottu, käynee selväksi, miksei maan radan sisäpuolella kiertäviä maan ja auringon välisiä planeetoja koskaan voida nähdä aiwan etäällä auringosta. Ulkopuolista taas voidaan nähdä kaikenlaisissa etäisyyksissä ja ne voivat loistaa kokonaisen pitkän talvihön meidän nähtävinä, kun Venus ei näy kuin 4—5 tuntia ennen auringon nousua tai jälkeen sen laskua. Merkuriusta, joka kiertotähdistä on aurinkoa lähin, ei juuri kaukoputketta voida erottaa, josta syystä se yleisölle on jotenki tuntematon.

### Neljäs luku.

#### **Vuoden ajat.**

Edellä kerrotusta ymmärrämme, että maallamme on kahtalainen liikunto: vuorokautinen akselinsa ympäri ja vuotuinen sen aurinkoa kiertäessä. Warsin tärkeä kohta tässä liikunnossa on maan akselin suunta maan rataa kohden.

Maan akselin suuntaa maan rataa kohden voidaan ajatella joko: 1) samansuuntaiseksi maan radan kanssa, tai 2) pystysuoraksi sitä kohden, tai 3) enemmän tai vähemmän

kallellaan olevaksi maan rataa kohden. — Mitenkähän sen suunta todellisuudessa on? Sen asemasta riippuu, millälaiset vuoden ajat ovat ja vieläpä enemmän: onko niitä eninkään.

Statistikaamme nyt maan akselin suunta semmoiseksi kuin kohdassa 1) on mainittu. Minkälaiset silloin valoja lämpösuhteet maan päällä olisivat? Tosin hyvin erilaiset kuin nyt. Kerran vuodessa paistaisi aurinko silloin pystysuoraan pohjois- ja kerran etelänawan ylitse. Silloin olisi auringonpuolisella navalla viikkokausia kestävä, mitä helteisin päivä, koska ei aurinko silloin laskeutuisi, vaan aina paahtaisii taiwaan nawan seuđuilta. Vastaisella nawan seuđuilla taas olisi sill'aikaa mitä sykin yö. — Toisella puolella siis ääretön kuumuus paljoa suurempi kuin nykyään Keski-Afrikassa, jossa kuitenkin yön aikaan ilma viilistyy, toisella puolen taas kuolettava kylmyys. — Saamme siis kiittää onneamme, ett'ei maan akselin suunta ole samansuuntainen maan radan kanssa.

Olikohan olomme etuisampi, jos maan akseli olisi pystysuorassa maan rataa kohden? Katsotaanpa. Silloin aurinko aina kiertäisi samaa rataa idästä länteen, nimittäin (nykyisen) päiväntasaajan seuđuilla. Päivät ja yöt maan päällä olisivat silloin aina yhtä pitkät. Päiväntasaajan seuđuilla olisi hyvin kuuma, napojen läheisyydessä hyvin kylmä, niin että esim. Suomessa ei mitään kaswillisuutta voisi löytyä riittävän lämmön puutteessa, koska vasta Napolin ja Konstantinopolin seuđuilla aurinko kiertäisi yhtä korkealla kuin meillä kesäsydännä. Poisja olisivat Pohjolan valoisat kesä-yöt, poisja muuttolintujen riemulaulut.

Kerrotut tapaukset ovat tässä kuvallistestikin esitetyt, 1 kuvaa maanpalloa, jonka akseli on samansuuntainen maan radan kanssa, 2:ssa on akseli pystysuorassa. Aurinko on ajateltu paistavan vasemmalta puolen, joten on helppo kuvitella mielessään päivän ja yön vaihtelua maan pöriessä akselinsa ympäri. On muistaminen että kun maa on



liikkunut puolen vuotta, siis puolet radastaan, paistaa aurinko oikealta puolelta.

Lämmön ja valon suhteista maan päällä huomaamme, ett'ei maamme akselilla voi olla toista eikä toistakaan näistä asemista. Sen täytyy siis olla kallellaan maan rataa kohden. Minkä verran?



Jos maan akseli olisi pystysuorassa maan rataa kohden, niin aurinko aina paistaisi suoraan päiväntasaajan kohdalta taivaalla (katso kuvaa 2.) Jos nyt ajattelemme maan akselin vähän kallistuneeksi tästä asemastaan, (esim. niin kuu kuva 3 osoittaa), niin aurinko paistaa kohtisuoraan samon verran pohjois- ja eteläpuolelle päiväntasaajaa kuin maan akseli on kallellaan. Jos tarkastelemme auringon asemaa taivaalla vuoden kuluessa maan suhteen, tulemme huomaamaan sen paistavan, alinna ollessaan (talvishydännä) kohtisuoraan yli niiden paikkojen, jotka ovat 23 astetta \*) eteläpuolella päiväntasaajaa, korkeimmallaan ollessaan (kesäshydännä) taas yhtä monta astetta ja minuuttia pohjoispuolelle päiväntasaajaa. Sen verran maan akselin suunta eroaa pystysuorasta asemasta. *P*:stä 3:een (kuv. 3) on siis 23 ast. 28 min.; samoin *E*:stä varjon laitaa. Tämän aseman voimme itsellemme suunnilleen kuvata ajattelemalla kellon osoittimien eli viisarien asemaa, sen ollessa

\*) Tarkemmin 23 astetta 28 minuuttia. Seuraavassa luvussa jellitetään näiden mittamäärän merkitys.

lähes 11 1/2 eli vähä yli 12 1/2. Ruwasfamme 3 on affekt PE sen verran kallellaan.

Tämä kallellisuus ei tosin ole iso; waan on se riittävä. Jos se olisi isompi, niin tosin lämpö nawan seu-  
duilla olisi isompi, mutta samassa suhteessa myös kylmä, ja myhönnettäne kuitenk nhtkin jo kylmin kylmyyttä löhty-  
wän Pohjolasja.

Tästä maan asemasta aurinkoon seuraa, että tämä pysty-  
suoraan tulee paistamaan ainoastaan niiden seutujen yli, jotka  
eiwät ole enempää kuin 23 ja lähes 1/2 astetta pohjois- ja sa-  
man verran eteläpuolella päiväntasaajaa maan päällä. Näiden  
rajojen sijällä on n. k. kuuma wyöhhyke (pistewiivoilla ku-  
wasfamme merkitty). Syy siihen, että täällä on niin kuuma,  
on se, että auringon säteet täällä melkein pystysuoraan läpi  
vuoden kohtaawat maata. Kuta pystysuorempaan joku hoh-  
tawa lämpölähde paistaa jotakin esinettä kohden, sen kuu-  
memmaksi tämä tulee. Sen huomaa jo hywin yksinkertai-  
sesta esimerkistä. Jos pitää kirjankantta tai taulua uunin  
walkeata kohden niin, että esine on pystysuorassa asemassa  
waloa kohden, niin se kuumenee paljoa enemmän kuin jos  
sen pitää esim. puolittain pystysuorassa asemassa tai niin,  
että walonsäteet waan siwelewät kirjan tai taulun pintaa,  
jolloin tämä ei sanottawasti kuumenekaan.

Auringon asemanmuutto taiwaalla kummallakin puo-  
len (taiwaan) päiväntasaajaa, on siis näennäinen, syn-  
thyen siitä, että maamme pyörinnän suunta ei ole pysty-  
suora maanrataa kohden. Kun pohjoisnapamme on enin  
aurinkoon päin kallistunut, on meillä kesä; puoli vuotta  
tämän jälestä on pohjoisnapa taas enin kääntynyt pois au-  
ringosta ja meillä on talwi. Näiden aikojen välillä pais-  
taa aurinko kahdesti pystysuoraan maan päiväntasaajan yli;  
silloin owat kesät- ja syyspäivän tasaukset ja silloin owat  
hö ja päivä koko maan päällä yhtä pitkät.

Kuumen wyöhhykkeen rajoja on kutsuttu kääntöpii-  
reiksi, koska aurinko ei luo säteitään pystysuoraan näiden



rajojen ulkopuolelle, waan aina ikäänkuin kääntyy toisesta rajasta toiseen. Pohjoista kääntöpiiriä kutsutaan krawun kääntöpiiriksi. Eteläistä kääntöpiiriä kutsutaan kauriin kääntöpiiriksi.

Samassa etäisyhdessä nawoista kuin kääntöpiirit ovat päiväntasaajasta, ajatellaan kaikki wiivaa maanpallon päälle vedetyiksi, n. k. napapiirit, jotka samoin kuin kääntöpiirit ovat kuvasamme (3:sta) merkityt. Siinä maamme osassa, joka on näiden ja napojen välillä, voi päivää (kesäsydännä) ja yötä (talvisydännä) kestää yhtämittaa wiikkoja, jopa kuukausiaki, sitä enemmän aikaa kuta enemmän lähestytään jompaakumpaa napaa. Syytä tähän on, että aurinko aina voi valaista juuri puolet maanpallosta. Kun se siis kesäsydännä paistaa pystysuoraan pohjoisen kääntöpiirin yli, valaisee se eteläistä maanpuoliskoa ainoastaan eteläiseen napapiiriin asti, waan pohjoista maanpuoliskoa yhtä paljon toiselta puolen pohjoisnapaa kuin pohjoinen napapiiri on pohjoisnawasta. Talvisydännä taas valaisee aurinko pohjoista maanpuoliskoa pohjoiseen napapiiriin asti, waan eteläistä maanpuoliskoa yhtä paljon toiselta puolen etelännapaa kuin eteläinen napapiiri on etelänawasta. Napojen kohdalla puolen vuoden yö ja puolen vuoden päivä vuorottelevat. Utfsjoen seuduilla kestää kumpiki yli 2 kuukautta.

Saadaksemme selwemmän kuwan maamme eri asemasta eri vuoden aikoina, voimme pistää sukkapuikon lanakerän läpi, asettaa puikon kallelleen ja sitte liikuttaa tätä kerää sukkapuikon suuntaa muuttamatta sopiwan keskipisteen ympäri, esim. kynttilän eli lampun, joka olisi olewinaan aurinko, kun kerä on maa. Kun sukkapuikon toinen pää on enin aurinkoon kääntynyt, on sillä puolen kesä, waan toisella puolen talwi; puolen vuoden jälestä taas päin wastoin. Kahdesti wuodessa (eli kierrollaan lampun ympäri) ovat nawat (eli sukkapuikon päät) yht'aikaa puolittain kääntyneet aurinkoon joka silloin valaisee niiden keskiwäliä (päiväntasaajaa), nimittäin kewät- ja syyspäivän tasausten aikoina.



Edellä sanotusta seuraa itsestään, että päivän ja öiden pituus ovat suuresti toisistaan eroavat napapiiriseuduissa, pohjoisissa ja eteläisissä kylmissä maanosissa. Kun vuorokauden molemmat osat päiväntasaajan läheisyydessä miltei vuoden ympäri ovat lähes yhtä pitkät (jonku tunnin erotus vaan), niin napojen seuduilla erotus niiden välillä voi olla niin suuri, että toinen tyhjänään anastaa sijan toiselta. Ylipäänsä on yön ja päivän välillä se tasapaino, että kesän pisin päivä on samanpituisen kuin talven pisin yö ja taas talven lyhin päivä on yhtä pitkä kuin kesän lyhin yö.

Päiväntasausten aikoina (maalis- ja syyskuussa) ovat yö ja päivä koko maan päällä samanpituiset eli tasan.

## Viides luku

### Päikällisiä määrähksiä taiwaalla ja maanpallolla.

Jo vanhimpina aikoina jakoivat oppineet ympyrän kesän (= sirkkelin periferi'n) 360 yhtä osaan. Tämän jaon kerrotaan olevan tähtitieteellistä syntyperää. Niinkuin jo on mainittu, kiertää maa auringon ympäri. Sen rata on melkein ympyrä ja kiertoaika on yksi vuosi. Maasta katsottuna asia on toisin. Jos tarkastaa auringon asemaa taiwaalla yhden vuoden kuluessa, näyttää aurinko muuttavan asentoaan tähtien välillä niin, että yhden vuoden kuluessa on tehnyt yhden näennäisen kierron taiwaan ympäri silloin kulkien toisesta tähtisfermämästä toiseen, siksi kunnes vuoden lopussa on palannut samojen tähtien lähe-



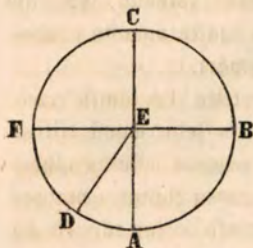
syhteen, jossa oli vuoden alusfa. Tuota ei huomaa päiwällä, jolloin taiwaanwalo himmentää tähtien walon ja yöllä aurinkoa ei näe; mutta jos illalla panee merkin, minkä tähtien lähellä se on ollut juuri ennen laskuuan, voi siitä asian todistaa, ja täytyyhän sen niin ollakin maasta nähden, kun maa ferrran kiertää auringon ympäri.

Jo ammoisista ajoista on erotettu 12 tähtisifermaa eli tähdistöä, joidenka wälitse aurinko joka wuosi liikkuu, wiipyen jokaisessa noin suunnilleen 30 päiwää. Näillä tähdistöillä owat omat nimet kullakin kaikenlaisten eläimien mukaan, josta syystä se taiwaanosa, jossa aurinko liikkuu tähtien wälitse, sanotaan eläinradaksi; itse auringon rataa sanotaan ratakehäksi eli ekliptikaksi. Ekliptika siis on jaettu 12 osaan eli merkkiin ja koska aurinko kussakin wiipyy 30 päiwää, jaetaan merkit yhtä moneen alaosaan, jotka sanotaan asteiksi (latinaksi gradus). Koko auringon radassa on siis 360 astetta. Sen mukaan on totuttu jakamaan jokaista ympyrän kehää samalla tavoin asteisiin ja vielä suuremman tarkkuuden wuoksi jaetaan kufin aste vielä 60 pienempään yhtäläiseen osaan, minuteihin ja kufin minuti 60 sekuntiin \*). Ympyrässä on siis 21,600 minutia ja 1,296,000 sekuntia. Kuita isompi ympyrä on, sitä isommat owat siinä tietysti asteet, minutit ja sekunnit. Pitää olla melkoisen iso ympyrä, jotta sekuntia siinä voidaan selwästi erottaa. Jotta sekunti ympyrässä olisi esim.  $\frac{1}{2}$  tuuman pituinen, täytyisi ympyrän läpimitan olla lähes puolen peninkulmaa.

Ajatelkaamme joku osa ympyrän kehästä ja wetäkäämme tämän osan kummastakin päästä suorat wiivat (= säteet) ympyrän keskipisteeseen. Silloin tämän luona syntyy kulma, jonka suuruus mitataan tarkastamalla miten pitkä osa ympyrän kehästä on näiden kahden säteen wälissä. Kuwassa 4 owat *ACB*, *BEC*, *CEF* ja *FEA* suorita kulmia; ne owat 90

\*) Asteen merkki on °, minuutin ' ja sekunnin ". 5° 6' 7" merkitsee siis 5 ast. 6 min. 7 sek.

astetta ( $90^\circ$ ) koska kappaleet  $AB$ ,  $BC$ ,  $CF$ ,  $FA$  ympyrän kehästä sisältävät  $90^\circ$ . Se kulma, jonka ympyrän säteet  $AE$  ja  $DE$  muodostavat ympyrän keskapisteen luona, olkoon esim.  $29^\circ 58' 45''$ , niin on myös kappale  $AD$  ympyrän kehästä  $= 29^\circ 58' 45''$ .



Samoin kuin ympyrä, mitataan myös pallo. Tämänkin pinnasta voidaan ajatella viivoja vedettyiksi sen keskapisteesen, jotka tämän luona muodostavat kulmia. Pallon pinnalla voidaan ajatella

ympyröitä vedettyiksi, joista isoimmat ovat ne, joiden keskipiste samassa on pallon keskipiste (n. s. suur'ympyrät). Kahden paikan etäisyys toisistaan pallon pinnalla voidaan siis määritellä sen osan mukaan ympyrän kehästä, jonka niiden välillä voi vetää, ja mainita asteissa ja muissa ymp. osissa.

Näiden lyhyiden viittausten jälestä palaamme aineemme.

Maanpintaa ja taivaankantaa voidaan kumpaakin pitää pallon pintoina. Jälkimäinen on tosin vain kuin pallon kuoren sisäpuoli. Se voidaan kuitenkin jakaa aivan samoin kuin maanpinta. Niin on tehtykin; onpa taivaan kartoilla vielä useampiakin viivoja vedetty piirustajan ja tiedemiehen avuksi kuin maata kuvaavilla.

Jos tahdotaan saada tarkkoja paikallismääräyksiä maan päällä, täytyy niitä tehdä suurettieteen avulla. Wuoret wirrat ja meret ovat tosin jonkunlaisia auttajia siinä suhteessa, vaan eivät suinkaan riittäviä. — Samoin on asian laita taivaalla. Kiintotähdet ovat kyllä sopivia vertauskohtia; vaan tarkempia paikallismääräyksiä niiden avulla ei voida tehdä, paljoa vähemmän kuin maan päällä virtojen y. m. avulla, siitä syystä, että vähäisimmätkin näennäiset välit taivaalla voivat todellisuudessa olla äärettömän suuret, sitä suuremmat kuta edempänä ne meistä ovat.



Taiwaanranta (horisontti), zenith eli korkein kohta taiwaalla ja ilmanhaarat olivat ensimmäiset jotenki waiilinaiset vertauskohdat määrättäessä jonku taiwaanrantaan asemaa. Pait näennäistä taiwaanranta, josta jo alussa on puhuttu, mainitaan tähtitieteessä myös todellinen taiwaanranta. Tämä on se tasapinta, joka ajatellaan wedetyksi läpi maapallon keskipesteen, samansuuntaisesti näennäisen horisontin kanssa.

Näistä vertauskohdista on taiwaanranta muuttuainen, jos katsoja paikkansa muuttaa. Ilmanhaarat ovat tasapinnan näitä paremmat paikallismääräyksiä warten. Waan niidenkään avulla ei lähimainkaan woida moniaiden asteiden erotuksia määrätä. Ja erehdys yhdenki asteen suhteen on jo maalla, saatiikka taiwaalla, suuri erehdys.

Taiwaan pohjois- ja etelänapa sekä tasaaja ovat sitä wastoin kyllä luotettawia vertauskohtia, mutta yksitään neki vielä waiilinaisia. Jos joku tähti on tasaajan kohdalla tai sen läheisyydessä, on tähden asema pohjan ja etelän suhteen jotenki määrätty, waan ei ensinkään idän ja lännen suhteen. Sama on asian laita, kun tähden asemaa määrätään napoihin werraten.

Katakehä on suuri ympyrä samoin kuin toinen tasaaja johon tähtien asemaa woidaan wertailla. Sillä ovat samat edut ja waiilinaisuudet tässä suhteessa kuin tasaajalla. Samoin waiilinaisia ovat kääntö- ja napapiirit.

Mutta että tarkein woiitaisiin määrätä taiwaanrantaan asemaa, on tarpeellista jakaa taiwaanranta niin monen osaan kuin tarwitaan. Ja sama on asian laita maanpallon suhteen.

Ajatellaan siis päiväntasaajan ja napojen välillä, sekä taiwaalla että maan päällä, wiiwoja wedetyiksi, lukumäärältään 90, samansuuntaisesti tasaajan kanssa. Kunkin wiiwan wäli on = 1 aste (= 1°). Toisia wiiwoja taas ajatellaan wedetyiksi pystysuoraan näitä ja päiväntasaajaa kohden, niin että kohtaawat toisiaan nawan kohdalla; näitä

on lukumäärältään 360 ja funki väli =  $1^{\circ}$ . — Kufin aste wielä ajatellaan jaetukfi 60 minuuttiin (') ja joka minuuti 60 sekuntiin (").

Täten tulee maanpallo ja taiwas itäänkuin astewerkon avulla jaetukfi pieniin osiin ja paikallismääräykset tapah= tuvat näiden wiivojen avulla warsin helposti.

Niitä wiivoja, jotka kulkewat samansuuntaisesti päivän= tafaajan kanssa, kutsutaan maan päällä **leweys=** (latitudi=) **piireiksi**, niitä taas jotka ajatellaan wedetyiksi edellisiä koh= den pystysuoraan, kutsutaan **pituus=** (longitudi=) **piireiksi**, myöskin **meridianeiksi**. Leweyspiirit mainitaan numerojen mukaan niin että se, joka on tafaajaa lähinnä yhden as= teen etäisyydellä sanotaan ensimmäiseksi asteeksi ja niin pois= päin. Pituuspiirit mainitaan samojen perusteiden mukaan, mutta kun ei ole yhtä warmaa paikkaa kuin edellisten suh= teen, mistä aloittaa, on siitä ollut eri mieliä. Useat niitä aloittawat Ferrosaaresta, joka mantereiden muotoon kat= soen näyttää soweliaimmalta, mutta toiset kansallisyhpeydestä alkawat omasta pääkaupungistaan, niin Englantilaiset Green= wichin tähtitornista lähellä Lontoota. Niitä voidaan lukea joko ainoastaan itää kohden alkupituuspiiristä (esim. Ferrosta) tai puolet itään, puolet länteen (esim. Greenwich'istä).

Leweyasteita luetaan tafaajasta alkaen napoihin päin, 90 kummallakin puolen tafaajaa. Löytyy siis pohjoisia ja eteläisiä leweyspiirejä.

Taiwaalla taas ajatellaan wedetyiksi piirejä, saman= suuntaisesti tafaajan kanssa (pohjoisia 90, eteläisiä saman= werran). Niitä wiivoja, jotka ajatellaan wedetyiksi edellä= mainituita kohden pystysuoraan, joita kutsutaan dekli= nationi=piireiksi, aletaan taiwaalla lukea eräästä pis= teestä, jota kutsutaan kewätpäiwäntafauspisteeksi. Jonkun täh= den etäisyys itäänpäin tästä pisteestä on sen ascensio recta eli rektascensio. Rektascensio=asteita löytyy luonnollisesti, samoin kuin maan päällä pituuspiirejä, 360. Erotus on siis waan nimesä eikä asiassa.



Mutta myös taiwaan-kappaleiden pituudesta ja leveydestä puhutaan. Leweyspiirit taiwaalla ajatellaan wedetyiksi samansuuntaisesti ratakehän kanssa ja pituuspiirit pystysuoraan sitä kohden. Pituuspiirejäki aletaan lukea kewätpäiwäntafauspisteestä ja ainoastaan itäänpäin.

Ascensio recta määrätään usein ajassa. 15 astetta vastaa silloin tuntiin koska tafaajan kaikki 360 astetta 24 tunnissa tekewät yhden tähden kierroksen. Jos siis jonku tähden ascensio recta (*AR*) on esim.  $12^h 30^m$  \*) niin on se tähti  $187^{\circ} 30'$  itäänpäin kewätpäiwäntafauspisteestä j. n. e.

Rimitys meridiani johtuu latinalaisesta sanasta meridianes = puolipäiwä. Kunkin paikan leweyspiiri l. meridiani on se suora wiiva, joka ajatellaan wedetyksi poikki taiwaan-kannen suoraan etelästä pohjoiseen. Kun aurinko päiwällä paistaa sen wiivan kohdasta, on puolenpäiwän aika ja auringon sanotaan olewan meridianissa sillä hetkellä, eli olewan korkeimmillaan; 12 tuntia tämän korkeimmillaan olon jälkeen tapahtuu auringon alimmillaan olo.

Meridianin meille näkyvä osa (s. o. puolet siitä) voidaan jakaa neljään osaan, joiden suhde toisiinsa on merkilinen. Pohjoisnapa, zenit ja tafaaja owat jakopaikat. Ensimmäitusta taiwaanrannan pohjoiskohtaan on sama wäli kuin tafaajasta zenitiin. Pohjoisnawasta zenitiin taas on sama wäli kuin tafaajasta taiwaanrannan eteläkohtaan. Kun nyt kunki paikan latitudiaste kulkee sen paikan zenithin läpi, on zenitin etäisyys tafaajasta sen paikan leweysaste. Kunki paikan nawankorkeus ja leweysaste owat siis aina yhtä suuret, samoin tafaajan korkeus on sama kuin nawan zenitinetäisyys (= etäisyys zenithistä). Helsingissä esim. on leweyspiiri =  $60^{\circ} 10'$ , samoin siis nawankorkeus. Tafaajan korkeus on siellä =  $29^{\circ} 50'$ , samoin siis nawan etäisyys zenithistä. Oulusa taas owat nämä numerot  $65^{\circ} 1'$  ja  $24^{\circ} 59'$ . — Samat owat tietysti suhteet myös eteläisellä

\*) h = tunti (latinalaisesta sanasta hora = tunti.)

pallopuoliskolla (etelänapaan verraten). Noina ovat tasmaajan ja nawan korkeus yhteen =  $90^\circ$ , ja taas paikan leveysaste ja nawan etäisyys zenitistä yhtensä =  $90^\circ$ . — Tasmaajan kohdalla on nawan korkeus =  $0^\circ$  ja napojen kohdalla taas tasmaajan korkeus =  $0^\circ$ .

Wielä voidaan tähtien asemaa verrata meridiaaniin. Toisena wertauskohdana pidetään silloin joko taiwaanranta tai tasmaajaa. Tähdien tuntikulma on sen etäisyys länteenpäin leveyspiiristä luettuna ekwaatoria pitkin tai myös se kulma, jonka tähden pituuspiiri ja leveyspiiri muodostawat pohjoisnawaassa.

Koska maa kiertää akselinsa ympäri lännestä itään, niin meistä itäänpäin oawat paikat oawat edellä meitä ajaassa ja meistä länteenpäin oawat paikat taas oawat meistä jällessä ajan suhteen. Njan erotus on kullekin 15 asteelle 1 tunti, koska kaitfi 360 pituusastetta 24 tunnissa tekewät tähden kierroksen. Kun siis meillä on puolenpäiwän aika, on  $180^\circ$  meistä itään eli länteenpäin oawilla paikoilla sydänyö, mutta  $90^\circ$  meistä itäänpäin on k:lo 6 illalla ja  $90^\circ$  meistä länteenpäin on k:lo 6 aamulla. Joka siis kiertää maata lännestä itäänpäin, hän joutuu wuorokauden edelle ajanlaskusjaan, joka taas kiertää maata idästä länteenpäin, joutuu wuorokauden jälkeen ajanlaskusjaan, verraten lähtöpaikkansa aikaan.

Merelläkulkijat woivat tarkoin käyppäin kellojen hynnä taiwaanrappaleiden asemasta tietää, misjä oawat aawalla merellä. Leveysasteen määräys on warsin helppo ja pituusasteelle saadaan nykyaikaan helposti tähtitieteellisten kirjojen (Nautical Almanach, y. m. Efemeridein) awulla. Jos esim. jonkun tähden ja kuun rektascensjoni huomataan oawan samman k:lo 6,15 j. pp. ja Nautical Almanachasta nähdään näiden taiwaanrappaleiden rektascensjionin oawan samman Greenwich'issä k:lo 11,15 ehtoolla ja paikan joka on kysymyksessä, leveysaste huomataan oawan  $16^\circ$  pohj. leweyttä; niin on laiwa  $75^\circ$  (=  $[11^h 15m - 6^h 15m =] 5^h \times 15^\circ$ ) län-



teenpäin Greenwich'istä ja  $16^{\circ}$  pohj. lew., siis kaakossa päin Jamaikan saaresta. Nawan korkeus on täällä =  $16^{\circ}$  ja tasaajan korkeus =  $74^{\circ}$ .

Kun jonkun taiwaankappaleen asemaa määrätään, tarkoitetaan sen (t. kappaleen) keskipisteen asemaa. Kun sanotaan auringon olevan leveysasteessa, tarkoitetaan sitä hetkeä, jolloin auringon keskipiste on tämän viivan kohdalla.

Muist. Nimitykset pituus (longitudi) ja leveys (latitudi) ovat jo Rooman vallan ajalta. Roman keisarikunta ulottui ensin idästä länteen; tämä suunta oli siis sen pituus; pohjasta etelään sen leveys. Pituuksia täällä siis määrättiin asteiden avulla, joita luettiin idästä länteen (eli päinvastoin) ja jotka asteet olivat vedetyt pohjasta etelään. Nämä siis olivat longitudiasteet, myös kutsutut meridianeiksi, koska kaikilla paikoilla saman longitudin kohdalla on samaan aikaan puolenpäivän aika. Leveys (latitudi) taas määrättiin piirien avulla, jotka olivat vedetyt idästä länteen.

## Kuudes luku.

### **Aurinkofuntamme. Aurinko. Sisäpuolisiet kiertäjät.**

Olemme selittäneet että sekä meidän maamme että useat muutkin taiwaankappaleet kiertävät aurinkoa. Kun vielä tarkkojen tutkimusten kautta on opittu mittaamaan meitä lähimpänä olevien taiwaankappaleiden suuruus ja ja silloin muun muassa auringonkin, on silloin tultu huomaamaan, että viimeksi mainittu on mahdottomasti paljoa suurempi kuin kaikki sen ympärillä kiertävät kiertäjät, joka sekin vielä vahvistaa, mitä muulla tavoin tiedetään, että semmoisenhan keskipisteen, joka muita taiwaankappaleita hallitsee, pitää oleman. Luonnollistahan on, että pienet isoja palvelevat eikä päin vastoin.

Auringokuntaamme kuuluu 8 isompaa ja kolmatta sataa pienempää kiertotähteä. Useilla edellisistä on huomattu olevan yksi tai useampia kuita, jotka niiden ympäri kiertävät, samoin kuin nekin auringon ympäri.

Pakanalliset kansat, jotka jumaloivat luontoa, ovat suurimmassa kunniasa pitäneet aurinkoa. Eivätkä he suotta näin ole tehneet. Mikä olisi elämämme auringon walotta ja lämmöttä? Elämää ei ensinkään syntyisi. Kasvillisuutta ei löytyisi ja vielä vähemmän korkeampaa elämää. Lapsijakaan, jossa aurinkoa ei viikkoaukiin nähdä, jolloin se ei olekaan näköpiirin yläpuolella, lämmittää ja walaisee se kuitenkin ilmakehää, joka ympäröi maata, niin paljon, että toimeen voidaan tulla sinäkin aikana, jolloin se ei ole näkyvässä. Mutta jos ei aurinkoa olisi, niin kylmyys niin ankara, ettemme tuota voi aavistaakaan, wallitsiji kaikkialla maamme päällä.

Aurinko on äärettömän iso. Sen läpimitta on yli 130,000 suom. penink. eli noin sataa kertaa pitempi maan läpimittaa. Saadaan panna 1,284,000 maanpalloa yhteen, ennenkuin syntyy semmoinen pallo kuin aurinko. Ja onpa tämän painokin jonkunlainen. Jos aurinko waa'alla punnitettiin, pitäisi toiselle laudalle pantaman 324,439 maanpalloa, saadaksemme tasapainon, kun aurinko yksin olisi toisella waa'an laudalla.

„Kukapa tuota lienee käynyt punnitsemassa!“ jupisee joku, jolle nämä numerot alkavat käydä „wasten luontoa“. „Saapihan tuota sanoa ja uskokoön kuka tahtoo!“

Tämän seikan selitys tähtyy nyt jäädä sikseen. Sopiwalla paikalla tässä kirjassa tulemme wasteredes lausumaan sanan sen siitä, miten taiwaanlappaleiden etäisyhyttä ja suuruutta määrätään. Tämöiset määrähkset owat, merkillistä kyllä, helpoimpia tehtäviä tähtitieteen alalla. Jatkamme tässä yhdessä jaksossa kertomuksemme siitä, mitä auringosta tiedämme.

Auringon pintapuoli on hehkuwaa kaasua; myös sen sydäntä owat moniaat pitäneet hehkuwana kaasuna, joka ei



ole valoisia (valo olisi siinä tapauksessa sitä ympäröivässä valokohässä). Toiset taas pitävät auringon sydäntä kovanä tai valuvana ja luulevat sen valaisevaksi. Spektrali-analyysi (eräs tutkimistapa, josta lopussa puhutaan) antaa tukea sille otaksumiselle, että auringon sydän on kovanä tai valuvaa ainetta.

Auringon **valokohän** ulkopuolella on noin 1000 peninf. paksu **wethkaasuferrös**, jonka ylin kerros, auringon kokonaan pimetesä, ympäröi tätä kuin **sädekuunu**. Tutkintojen kautta, joista vasta enemmän, on auringossa huomattu löytyvän useita samoja aineita kuin on maan päällä.



— **Rummuus** on auringossa mahdottoman suuri. — Että suuria mullistuksia auringossa tapahtuu, arwellaan siitä, kun siinä nähtävät isommat ja pienemmät pilkut usein aiwan lyhyessä ajassa muuttawat muotonsa. Ne owat aukkoja auringon valokohässä, joidenka läpi nähy auringon tummempi keskiosa; wiereen on kumattuna aurinko pilkkuineen, niinkuin niitä saattaa nähdä wärjätyn lasin läpi. Näistä aukoista owat useat sen koksia, että kymmeniä maanpallojamme mahtuisi yhteen ainoaan semmoiseen, ja eihän niitä pienempiä olisi helppo noin pitkältä matkalta huomatakaan. Koska nämä pilkut näyttää liikkuvan auringon terän poikki wajemmalta oikealle eli idästä länteen, niin on tultu siihen päätökseen, että itse aurinko pilkkuineen kiertää akselinsa ympäri, joka kierto tapahtuu samaan suuntaan kuin maamme ja muiden kierto-ähtien kierto. — Auringon kiertoaika on 25—27 wuorok. Auringon akselin kaltevuus ratakehää kohden on  $7^{\circ} 33'$ .

Niinkuin jo on sanottu, kiertää auringon ympäri koko lauma pienempiä taiwaankappaleita. Kaikki nämä **kiertotähdet** eroawat auringosta siinä, että ne eiwät, niinkuin aurinko, loista itsestään, waan owat tummia. Aurinko on niinkuin hehkuwa rauta tai sulannut kiwi, joka walaisee it-

sestään, kiertäjät näyttävät pimeällä taiwaalla valoifilta, kun aurinko niitä walaisee, mutta kun se puoli niistä, johon auringon säteet eivät sowy, on meihin kääntynyt, on se warjossa, emmekä sitä niin pitkän matkan päästä voi huomatakaan. Ne eivät silloin näy. Näistä kaksi liikkuu auringon ja maan välillä ja kutsutaan sen wuoksi sijäpuolijiksi kiertäjäiksi. Niiden nimet owat: **Mercurius** ja **Venus**.

**Mercurius** kiertää auringon ympäri noin 88 wuorokaudessa, joka aika siten on Mercuriuksen wuosi, jos sen määräämme samojen perusteiden mukaan kuin maan wuoden. Keskeliinsa ympäri sekin kiertää 24 tunnissa, josta seuraa että päivä ja yö siellä owat yhtä pitkät kuin täällä. Mercuriuksen keskimääräinen etäisyys auringosta on  $5\frac{1}{3}$  miljoonaa suom. pen. Sen läpimitta on kolmasosa maan läpimitasta ja saadaan panna 20 Mercuriusta yhteen, ennenkuin synthy niin suuri pallo kuin maa.

Mercurius kiertää niin lähellä aurinkoa, että sitä harwoin voidaan paljain silmin nähdä. Olipa mainio tähtientutkija Kopernikus vielä kuolinwuoteellaan (w. 1543) walittanut ei nähneensä Mercuriusta koko elinaikanaan. Hänen aikanaan ei vielä suurentawa kaukoputki eli kiikari ollut keksitty, waan sai hän tyhytä siihen mitä paljain silmin näki. Wasta w. 1609 se keksittiin, ja sen jälkeen ja sen awulla voidaan huomata tämäki tähti, milloin tahansa, ellei se ole juuri auringon takana.

Mercuriuksella niinkuin Venuksella on vaihteleva muoto, samaan tapaan kuin kuullaki, mutta tätä emme paljain silmin erota (niinkuin kuun kujeita), koska nuo tähdet owat meistä siksi kaukana. Kun Kopernikus wäitti näiden planeetain samoin kuin mammekin kiertävän aurinkoa, wetiwät hänen wastustajanja esiin sen huomautuksen, että silloin Venuksen ja Mercuriuksen pitäisi ilmestymän vaihtelewalla muodolla niinkuin kuunki. Waan näitä vaihtelewia muotoja ei kukaan ollut nähnyt, ei edes Kopernikus, ja siis — ei uskottu että asia niin oli. Kun toinen tähtientutkija



Galilei (1564—1642) vasta keksityllä kaukoputkellaan huomasi Venuksen kujeet, tuotti hän Kopernikuksen opille kauan kaimatun ja vastustamattoman todistuksen.

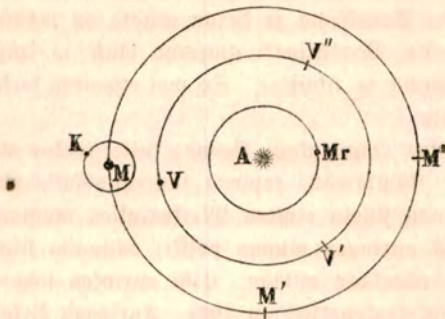
Niin kuin Venuksesta jo kirjain alussa on mainittu (sivulla 17), niin Merkuriuski ilmestyy länsi ja itäpuolella aurinkoa (aamuin ja iltaihin). Se voi etäännyä korkeintaan  $28^{\circ}$  auringosta.

Merkurius (samoin kuin Venus) kulkee joskus auringon terän editse. Käyttämällä sopivia suurennuslasia eli kaukoputkia, voidaan silloin erottaa Merkuriuksen mustana pilkkuna kulkewan auringon pinnan poikki; paljaalla silmällä ei voi huomata ollenkaan mitään. Eikä aurinkoa tähystellessä yksin tavalliset kaukoputketaan riitä. Auringon kirkas valo paikalla jokaisiisi filmät, ellei aseta filmien eteen tummaksi värjättyt lasit, jotka liian valon poistavat.

Noin 10 miljoonan suom. penink. etäisyydessä auringosta kiertää sitä **Venus**, tuo loistava koin- ja ehtootähti. Sen kiertoaika auringon ympäri on 224 vuorok. 17 tuntia. Aikselinsa ympäri se kiertää 23 tunnissa 21 min. Lähinnä meitä ollessaan on se 4 milj. suom. pen., etäisinnä 24 milj. peninkulmaa. Tästä syystä on Venuksen näennäinen suuruus warsin vaihteleva. Venus on kooltaan neljä wiidettä osaa maapallosta.

Mitenkä taiwaanlappaleiden näennäinen suuruus vaihtelee, selittää hyvin seuraawalla sivulla olewa kuva, jossa näemme auringon (*A*) keskellä ja sitä kiertävät Merkurius (*Mr*), Venus (*V*) ja Maa (*M*) kuineen (*K*). On jo sanottu että Merkurius kiertää auringon 88 vuorokaudessa. Sillä ajalla se palaa entiseen asemaansa. Mutta — silloin Venus on ennättänyt wasta siihen kohtaan radastaan, joka on merkitty *V'* ja maa *M'*. Kun *Mr* sitten on täyttänyt seuraawan kiertonsa, ovat muut kiertotähdet saaneet asemat *V''* ja *M''*. Luulisi, että kun niiden keskenäiset etäisyydet näin vaihtelivat, ne näyttäwät hyvin selwiltä, kun ovat lähinnä ja piekiltä, kun ovat kaukana, mutta asian laita ei ole aiwan niin.

Kun ovat lähinnä meitä, on niiden tänne päin kääntynyt puoli aivan pimeä, niin että niitä näemme vasta kun ovat



firthneet vähä syrjemmälle; kun joutuvat auringon toiselle puolelle, on niiden meille kääntynyt osa tosin valaistui, mutta silloin ne taas ovat niin kaukana, ettei niitä enää erota.

Kun Maasta tarffaamme taiwaankappaleiden liikuntoja, näemme että Venus taiwaankannella voi etäänthä aurin-gosta noin  $48^{\circ}$ , sen mittaustawan mukaan, josta viime lu-wussa ferrottiin. Ollessaan auringosta noin  $40^{\circ}$ , on Ve-nus firkkain.

Jostus nähdään myös Venuksen, samoin kuin Merku-riuksen, liikkuvan auringon terän poikki eli tämän editse. Venuksen kulku auringon terän poikki („Venus-passagi“) tapahtuu harvemmin kuin Merkuriuksen. Se kulkee taval-lisemmin joko vähän auringon terän ylitse tai alitse, mutta aivan sen poikki ainoastaan pari kertaa vuosijadassa. Wiime-sekki kulki Venus auringon terän editse 6 p. Joulukuuta 1882. Nyt se ei tapahdu ennenkuin 8 p. Kesäk. 2004.

Venuksen kulku auringon editse antaa meille mitä par-haimman tilaisuuden määrätä maan etäisyyden auringosta, joka on warsin tärkeä tietävä, koska se wäli on ikäänkuin mittakeppi, jolla suurimpia etäisyyksiä awaruudessa mitataan.

Kirkkaimin Venus loistaa kewaäkefästä (ehtoo-) tai syys-kefästä (fointähtenä); waan ainoastaan meitä eteläisemmät



maat saavat silloin tähdessä määrässä sitä ihailta, koska Pohjolan valoisat kesä-yöt häikäisivät sen valon.

### Seitsemäs luku.

#### Maamme ja kuu.

Noin 14 miljoonan peninkulman etäisyydessä auringosta kiertää avaruudessa **maamme**. Samoin kuin muut isommat kiertotähdet yölliseen aikaan meille taiwaalla loistavat, samoin maammekin loistaa muille kiertotähdille, vaikka, jos olisi järkewiä olentoja meistä etäisimmissä kiertotähdissä, maamme pienuuden ja etäisyyden vuoksi, ne sitä eivät ollenkaan woisi paljain silmin nähdä — ainoastaan käyttämällä wäkewiä suurennuslasia. Mars'iin esim. näkyy maamme koin- ja ehtootähtenä, siis aina rajoitetussa etäisyydessä auringosta, mutta Venukseen esim. se näkyy kaikissa etäisyyksissä auringosta (niinkuin ulkopuoliset kiertäjät näkyvät maahan) ja vielä paljoa suurempana ja kirkaampana kuin Venus meille, koska se, ollen lähinnäkin Venusta, nähdään heikontumattomalla walolla, kun taas Venus siinä asemassa ei ensinkään näy meille.

Maatamme ympäröipi ilmakehä. Tämmöisen arwelewat oppineet löytywän useilla muillaki (ellei kaikilla) kiertotähdillä. Tämän johdosta woinee eläwiä olentoja löytyä muillakin taiwaankappaleilla, sillä onhan ilma elämän ensimmäisiä ehtoja.

Että maamme näennäinen rata, katsottuna auringosta, on sama kuin auringon näennäinen tie taiwaalla, katsottuna maasta, (s. o. ekliptika tai ratapiiri), huomataan helposti. Usempain kiertotähtien radat eivät ifosti eroa ekliptikasta, toisin sanoen: ovat melkein saman suuntaisia maan radan kanssa.

Että maamme nopeasti liikkuesja avaruudessa, kaikenlaiset esineet pysyvät sen pinnalla eivätkä kimmahda siitä pois, sen vaikuttaa painovoima eli vetovoima, sama voima, joka myös pakottaa kiertäjäin kuineen ja pyrstölisten kiertämään aurinkoa, eikä anna niiden rientää suoraa tietä avaruuden äärettömyyteen. Kaskaammalla kappaleella on isompi vetovoima kuin keweämmällä; \*) se vetää voimakkaammin luokseen kuin keweämpi kappale. Auringon vetovoima on tietysti paljoa isompi kuin maan, sen tähden se hallitsee suuren lauman sen ulkopuolellakin liikkuvia taiwaan-kappaleita eikä päästä niitä vapaasti liikkumaan avaruuteen.

Mutta paitsi vetovoimaa, on toinenkin voima huomattava kiertotähtien liikunnossa, joka voima estää niitä syöksymästä suoraa tietää aurinkoon. Se on se voima, joka on pannut niitä liikkumaan. Tämän kautta ne yhäti pyrkivät avaruuteen päin. Auringon vetovoima estää niitä pääsemästä vapauteen, mutta niin pitkiltä matkolta ei voi sitä kokonaan voittaa. Seuraus näiden voimien taistelusta on taiwaan-kappaleiden säännöllinen kulku auringon ympäri. Palaamme tähän asiaan vielä edempänä.

Maamme ei ole tähdellinen pallo, vaan se on hiukan litistynyt napojen kohdalta ( $= \frac{1}{290}$ ).

**Kuu** kiertää maata noin 36,000 suom. peninkulman etäisyydessä. Saissimme panna 50 kuuta yhteen, ennenkun syntyi yhtä iso pallo kuin maamme. \*\*)

Kuu kääntää aina saman puolensa maata kohden. Sen kiertoaika maan ja akselinsa ympäri on siis sama. — Kuun vuotuinen matka avaruudessa tulee olemaan aivan erilainen kuin maamme ja ylipäänsä muiden kiertotähtien. Se on nimittäin kierteinen eli melkein korkeiruovin nä-

\*) Koska kaikki kappaleet maapallolla painavat niin äärettömän paljoa vähemmän kuin maa kokonaisuudessaan, niin tottelevat kaikki maapallon vetovoimaa, ja pysyvät sen pinnalla.

\*\*) Merkurius on  $2\frac{1}{2}$  kertaa isompi kuuta.



köinen, joka on oikaisematonna huipyräkki sujutettu. Kuu hyörii tällä matkalla milloin maamme edessä, milloin sen sivuilla, milloin sen takana. Kun vielä lisäkki tulee, että kuun rata on paikkaansa muuttelava, niin ett'ei se toisena vuonna kulje aivan samaa polkua kuin toisena, niin ymmärretään, että kuun liikunnan määrääminen ei ole helppo tehtävä.

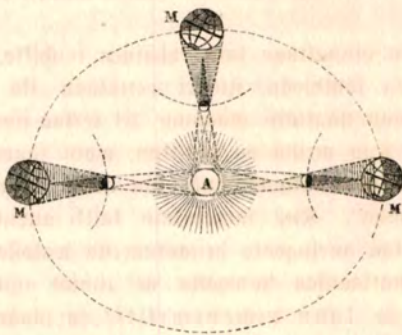
Kuu on pinnaltaan kuin ryhäinen louhikko. Ilmaa ei tunnu kuussa löytyvän, siis ei wettäkään eikä mitään elämää. Kuuhun näyttäisi maamme 13 kertaa isommalta kuin kuu meille. Kun meillä on tähtikuu, woisi sanoa että kuulla on „uusimaa“ (maa nähtymätönnä), kun meillä on uufikuu, kuulla taas „tähtimaa“. Kuu samoin kuin kaikki aurinkokuntamme jäsenet, loistaa auringosta heijastuneella walolla.

Kuu matkaansaai taiwaalla ne ilmiöt, joita tutjutaan auringon ja kuun pimenemisiksi ja maan päällä sen merkillisen vaihteluwaisuuden weden suhteen, joka on tunnettu nimellä luode ja wuoksi.

Auringon pimetessä, joutuu kuu radassaan hetkeksi juuri sen eteen ja estää auringon nähtymästä joko kokonaan tai osaksi. Kuu taas pimenee, kulkiesaan maan warjon\*) läpitse joko kokonaan tai osaksi. Pimenemiset owat siis kahta lajia: kokonaisia ja osittaisia. Tähän voidaan vielä lisätä kolmas laji: rengasmaisia (auringon) pimenemisiä, jotka tapahtuwat silloin, kun kuu on edempänä maasta kuin kokonaisen (totalisen) pimenemisen aikana. Tämän käsitämmme hywin yksinkertaisella wertauksella. Olkoon silmämme maapallo (jossa katsojan silmä onkin), joku melkoinen esine edempänä olkoon aurinko ja esim. joku pyöreä esine, keri tai pallo, jonka pidämme kädessä, kuu. Kun pidämme tätä esinettä lähempänä silmäämme, emme erota tuota edempänä olevaa esinettä, waan kun liikutamme sitä edemmäksi ja

\*) Joka on 126,000 suom. penink. pitkä ja siitä kohdasta, jossa kuu kulkee sen läpi (tai sivu), yli puolisyhdeksättäjataa suom. penink.

edemmäksi filmästämme, alamme jo nähdä tuosta edempänä olevasta esineestä sen rajapiirteitä. Samoin alkaa aurinkokin laidat näkyä, kun kuu on siksi kaukana maasta, että se meille näyttää vähä pienemmältä kuin aurinko; auringon terä näyttää silloin rengasmaiselta.



Kuvamme antaa yllä kerrotusta tarkemman käsityksen. Näemme keskellä auringon ja sen ympärillä maan radan soiteana piirinä. Maan (M) ja auringon (A) välillä on kuu, joka auringon puolella on valaistu, maan puolella pimeä. Oikealla ja vasemmalla olevassa kuvassa ulottuu kuun varjo maahan asti, joten ne, jotka ovat maan päällä siinä, jossa kuun varjo maahan koskee, eivät näe aurinkoa ollenkaan; se on pimennettyinä, siksi kunnes kuu on ennättänyt vähä eteenpäin radallaan, silloin tulee näkyviin ensin auringon toinen reuna, joka kasvaa kasvamistaan, kunnes aurinko vihdoin taas loistaa kaikessa kirkkaudessaan. Kuun radan ollessa johonki määrin epätasainen, voi kuu olla joskus edempänä, joskus lähempänä maasta, jossa tapauksessa milloin suurempi milloin pienempi osa maan pinnasta yhtä aikaa voi olla varjostettuna ja pimeä. Sitä kuvata tarkoittavat ne kaksi vastakkain olevaa pimennyskuua. Keskellä oleva kuva esittää sitä tapausta, jolloin kuun varjo ei ulotu maahan asti; silloin näkyy aurinko keskikohdalta



peitettyinä ja syntyhy äsken mainittu hywin harwinainen rengasmainen auringon pimennys.

Toinen kuwa esittää kuun pimenemisen. Aurinko (A) walaisee maan (M) aurinkoon päin kääntynyttä osaa. Toi-



nen puoli maasta on pimeä. Siinä wallitsee yö, jonka walaisee kuu, jonka rata on kuwaamme merkitty. Mutta kuun joutuesssa maan warjoon sen reuna ensin pimenee, wihdoin se käy aiwan näkymättömäksi, kuutamoo sammuu ja yö on pillkosen pimeä. Kuluu aikaa wähän, niin tulee kuu taas esiin maan warjosta, aurinko walaisee siitä wähitellen yhä isomman osan ja ennen kuin päivä on nousnut, saattaa tähyi kuu taas loistaa täydesjä kirkkau- dessaan.

Jos kuun ja maan radat olisiwat samassa tasapinnassa, niin tapahtuisi aina uuden kuun aikana auringon ja tähyi- kuun aikana kuun pimeneminen. Mutta kuun rata on 5° kaltewa maan rataa (eli ekliptikaa, ratapiiriä)kohden; sen wuoksi woi kuu kulkea auringon ylitse tai alitse ja maan warjon ylitse tai alitse. Pimenemiset tapahtuwat siis ainoastaan sil- loin, kun kuu syntyhy tai on juuri tähyi ja kuun ol- len juuri maan ja kuun ratojen leikkauskohdisja tai aiwan lähellä niitä; toisiin sanoen: kun kuu, maa ja aurinko owat juuri „linjassa“ (kokonainen ja rengasmoi- nen pimeneminen) tai melkein linjassa (osittainen pimene- minen).

Kuu pimenee samalla hetkellä kaikille niille, jotka sen näkewät sen pimenemisaikana s. o. kaikille, joiden taiwaauran- nan yläpuolella se siihen aikaan on. Aurinko taas ei pimene kaikille, joille se näkyy pimenemisaikanaan, waan ainoastaan niille, jotka asuwat maan päällä niissä paikoin, joiden päälle

kuun warjo lankee. Tämän asian laita on sama kuin pilwen, joka antaa auringon paistaa meitä aivan läheisiin paikkoihin, waan estää sen meitä walaisemasta. Auringon pimenemiset ovat siis waikeammat määrätä kuin kuun pimenemiset, koska edellisissä katsojan asema tulee kysymykseen.

Auringon pimenemiset ovat lukuissammat kuin kuun pimenemiset; 18 wuodessa tapahtuu keskimäärin 29 kuun, waan lähes 40 auringon pimenemistä. Sitä wastoin ovat auringon pimenemiset jollakin erityisellä paikalla maan päällä paljoa harwinaisemmat kuin kuun pimenemiset; edellisiä nähdään keskimäärin yksi kahdessa wuodessa ja niistä kokonaisia waan yksi kahden sadan wuoden kulussa.

kuode ja wuoksi (nousu- ja pakowesi) tapahtuwat pääasiallisesti kuun (wähemmässä määrässä myös auringon) wetowoimasta kahdesti wuorokaudessa eli tarkoin 24 tunnissa 50 minuutissa. Yksimillä wessillä ja erittäinkin niiden rannoilla sekä salmissa kohoaa ja laskee wesi kahdesti; noin 6 tuntia on nousujen ja laskejen wäli. Bristolin kanaasssa kohoaminen nousee aina 60 jalkaan; Sundylahdessa Amerikassa jopa 100 jalkaan; Itämeren äärimmäisellä reualla, Tanskan rannikolla, ainoastaan 10 tuumaan.

---

## Kahdeksas luku.

### Ulkopuoliset kiertäjät.

Ne kiertäjät, joista nyt tulemmme puhumaan, kiertävät ulkopuolella maamme rataa, ovat siis kauempana auringosta kuin maa, eiwätkä niinkuin Merkurius ja Wenus sitä lähempänä. Seuraus siitä on, että ne maasta katsottuina eiwät aina pesty auringon lähiseudussa niinkuin edelliset, waan päin wastoin ajottain loistawat koko yön.



Lähinnä maatumme, sen ulkopuolella, kiertää aurinkoa **Mars**. Se tunnetaan helposti ollessaan lähinnä maatumme tummanpunaisesta, joskus heleänkellahawasta, walostaan. Muina aikoina ainoastaan tähtiä tuntewa voi sen löhtää, koska ei se silloin eroa sanottawasti muista tähdistä suuruutensaakaan suhteen; onpa se, silloin kun on kauimpana maasta, niin että aurinko on sen ja maan välillä, waan pienimpien tähtien kokoinen.

Mars'in keskimääräinen etäisyys auringosta on 21 milj. suom. pen. \*) Sen kiertoaika on 1 wuosi ja 321 wuorokautta. Akselinja ympäri Mars kiertää 24 tunnissa 37 min. 23 sek. Akselin kaltevuus radan akselia kohden on 24° 52', siis wähä enemmän kuin maan. Mars on noin 3 kertaa isompi Merkuriota (6—7 kertaa pienempi maatumme).

Wasta w. 1877 huomattiin että Mars'illa oli kaffi kuuta, kun sitä ennen ei tiedetty sillä olewan yhtäkään. Niiden suhteen on huomattawa muutamia omituisuuksia, jotka paljo poikkeewat siitä, mitä meidän kuusta päättäen olisi luullut. Mars'ia lähempänä olewa kuu kiertele kiertotähden ympäri ainoastaan  $7\frac{2}{3}$  tunnissa, etäisempi 30 tunnissa ja 18 min. Lyhyen kiertoaikansa wuoksi edellinen Mars'ista katsottuna näyttää liikkuwan päinwastaiseen suuntaan kuin muut taiwaankappaleet; toisin sanoen: se liikkuu länneestä itään, kun sitä wastoin toinen kuu, niinkuin aurinkoki ja tähdet liikkuu wuorokautisella liikunnollaan idästä länteen. Mutta tämän toisenkin kuun liikunto on jotenki kummallinen, koska se melkein wuorokaudesja ilmestyy sekä tähtenä että uutena kuuna, riippuen siitä, että se niin nopeaan muuttaa asemansa auringon suhteen. Nämä kuut owat paljoa pienempiä kuin meidän kuumme ja molemmat paljoa lähempänä Mars'ia, kuin meidän kuu on werrattain maahamme.

\*) Maasta taas milloin 5 milj. suom. p. (lähinnä) milloin 38 milj. suom. p. (etäisinnä maasta).

Samaan aikaan kun Mars'in kuut löydettiin, tarkasteli italialainen tähtientutkija Schiaparelli Mars'ia ja paranteli niitä karttoja, joita jo ennen oli sommiteltu tämän taiwaan-kappaleen pinnasta, jotta nykyaikaan Mars on, kuun jälkeen, kaikista taiwaan-kappaleista ensin tunnettu (paitsi tietysti maamme). Mars'illa näyttää olevan melkein yksinomaisesti saaria ja salmia, mutta suurempia mantereita niinkuin maassa, sillä ei ole. Sen punertavan valon arvellaan syntyvän sen hiekkamakoista ja kallioista. Että ilmaa ja wettä löytyy Mars'illa, on päätetty muun muassa siitä, kun on huomattu walkeat pilkut sen napojen läheisyydessä, jotka pilkut vuoden aikojen mukaan isonewat ja pienewät, etelänawan ympäri olewa siis ollen isoin, kun on talwi Mars'in eteläisellä puoliskolla ja pienin, kun siellä on kesä. Tämä pilkku on kaiketi lunta ja jäätä. Mutta missä wettä löytyy, siellä täytyy myös ilmaa löytyvän. On siellä sitä paitsi nähty pilviä, jotka suuressa määrin ovat olleet esteeksi Mars'in pinta-oloja tutkiessa.

Maamme ulkopuolella kiertää aurinkoa joukko pienoisia kiertotähtiä: tähdykkeet (asteroidit). Niitä on löydetty suuri lukumäärä, nimittäin kolmattasataa (joista neljä ensimmäistä löydettiin vuosikymmenen ensi vuosikymmenellä; wiides w. 1845). — Tähdykkeet ovat hyvin pienoisia; niiden läpimitta on ainoastaan moniaita peninkulmia; niiden radat ovat, moniaiden warsinki, jotenkain kaltewia ekliptikaa (ja isompain kiertotähtien ratoja) wästen. Tähdykkeiden etäisyys auringosta on noin 30—56 milj. suomen peninkulmaa. Kiertoaika noin kolmesta lähes kahdeksaan wuoteen — aurinkoa lähemmällä tietysti lyhempi kiertoaika kuin edempänä siitä olewilla.

Auringosta 72 miljoonan peninkulman etäisyydessä kiertää sitä suurin kaikista kiertotähdistä, **Jupiter**. Sen kiertoaika on 11 wuotta  $317\frac{1}{2}$  wuorokautta. Jupiter on 1335 kertaa isompi maattamme ja  $2\frac{1}{2}$  kertaa raskaampi kuin kaikki muut kiertotähdet yhteen. Sen ympäri pyörii neljä kuuta. Nämä



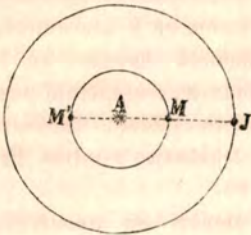
olivat ensimmäiset avaruuden paljaalle silmälle salatuista esineistä, jotka Galilei, mainio tähtientutkija, löysi (7 p. Tammit. w. 1610) wastikään kelfityllä kaukoputkella.

Tämä kiertotähti on kaikista kiertotähdistä pisimmän aikaa yhtämittäisesti nähtävänä ja samassa on se suuruutensa vuoksi helposti erotettava muista tähdistä; harvoin on se siinä asemassa, ettei sitä johonkin aikaan vuorokaudessa näy. Se on, Venuksen jälkeen, kirkkain kaikista tähdistä. Walonsa juhteen on se valkoinen tai valkean kellahtawa niinkuin Venuskin.

Jupiterin kiertoaika akselinsa ympäri on ainoastaan 9 tuntia 55 min. 36 sek. Koska sen akselin kaltevuus rataa kohden on ainoastaan  $86^{\circ},4$ , niin ovat päivät ja yönät Jupiterilla melkein aina yhtä pitkät, siis lähes 5 tuntia kumpikin ja samasta syystä toisistansa eroavia vuoden aikoja ei sanottavasti ole siellä. On laskettu että Jupiter aurinkosta saa noin 27 kertaa vähemmän valoa ja lämpöä kuin me; samasta syystä, suuren etäisyyden vuoksi, aurinko näyttääkin sinne noin 5 kertaa pienemmältä kuin meille. — Uusimpien arvelujen mukaan saattaisi Jupiterilla olla johonki määrin omaa valoa, joka syntyisi siitä, että sen ollen suureksi osaksi sulassa tulikumassa tilassa, sen sisäinen tuli suuressa määrässä tunkeupi esiin, etenki tasaajan seuđuilla, joka esiintuneuminen siellä olisiikin paljoo helpompi kuin meillä, koska Jupiterin keskimmääinen tiheys ei ole täyteen  $\frac{1}{4}$  maan tiheydestä.

Jupiterin kuiden pimenemisistä määrättiin yhteen aikaan paikkojen pituusasema (= longitudi) maan päällä; nyky-aikaan se määrätään pääasiallisesti kuumme ja tähtien etäisyydestä keskenään (niinkuin ennen on mainittu). Koska Jupiterin kuiden pimenemiset, sen ollessa maata lähinnä, tapahtuivat 16 min. 23 sek. waremmin kuin sen ollessa maasta etäisimmällä asemallaan, niin päätti tanskalainen tähtientutkija Olaus Römer siitä, että walo tarvitsee ennättäksensä kulkea maanradan läpimitan pituista matkaa mainitun ajan ja siis puolella tätä

pituutta eli auringosta maahan 8 minuuttia 13 sekuntia; vertaa kuvaa, jossa on merkittynä Jupiterin ja maan radat auringon ympäri. Maan ollessa *M*sa on se lähinnä, ollessa



*M*'sa on se etäisinnä Jupiteriin nähden. Täten on saatu selko siitä, että walokin waatii aikaa ennättääkseen paikasta toiseen, ja miten nopeaan se kulkee.

Nyt seuraa järjestyksessä **Saturnus**, joka 133 milj. suom. pen. keskimääräisessä etäisyydessä auringosta, wieree awaruudessa, kiertäen auringon ympäri 29 wuodessa 174  $\frac{1}{4}$  wuorokaudessa. Saturnus on 823 kertaa isompi maataamme; sen keskimääräinen tiheys on pienempi kuin minkään muun kiertotähden (noin  $\frac{1}{8}$  maan tiheydestä). Ukselinsa ympäri Saturnus kiertää 10 tunnissa ja 16 minuutissa.

Saturnusta ympäröi 2 tai 3 rengasta eli kehää, jotka owat hywin hatarata ainetta. Sisemmäisessä on huomattu neljä eri ferrosta, joista sijn on hatariu (melkein kuin samea tomupilwi auringon walossa). Ufkopuolisen kehän läpimitta on arwiolta 25,000 suom. pen. — Saturnuksella on 8 kuita. Tälläki kiertäjällä arwellaan, sen pinnan waihteluwasta walosta, sijällisen tulen usein puhkaisuwan ohuen tuoren, etenkin tasaajan kohdalla.

Saturnus erottuu helposti paljain silmin taiwaalla, mutta se ei wedä huomiota puoleensa niinkuin Venus, Jupiter ja Marskin (tämän wastakkaisuus-aikana), koska sillä on heikko, waalakanharmaa, lyijyn karwainen walo. Ihmiset yleensä eiwät sitä tiedä erottaa kiintotähdistä, waikka sillä, niinkuin kiertotähdillä ylipäänsä, on tywenempi walo kuin kiintotähdillä.

Uudemmat tähtientutkijat arwelewat aurinkokuntamme muodostuneen siten, että ensin aurinko ja sitten kiertotähdet (ne nimittäin joilla on kuita) aikojen kulussa loiwat it-



jestään yhden tai useamman kehän, jotka, hajottuaan, tihe-  
tyivät, auringon luomat kehät kiertäjiksi ja näiden luomat  
kehät kuitfi. Saturnuksen renkaat siis olisivat jonkimoinen  
aurinkokuntamme alkuaawa; ne olisivat, toisin sanoen, syn-  
tymättömiä kuita.

**Uranuksen** keskimääräinen etäisyys auringosta on 267  
milj. Suomen peninkulmaa, siis kaksi kertaa Saturnuksen  
etäisyys auringosta. Uranus on 91 kertaa isompi maatumme  
ja sen kiertoaika on lähes 84 vuotta. Uranuksella, joka löy-  
dettiin w. 1781, on huomattu 4 kuita.

Ainoastaan hyvä silmä voi erottaa tämän kiertotähden  
taiwaalla, eivätkä muut kuin tähtientutkijat sitä tunne kiertö-  
tähdeksi. Aurinko näyttää Uranukselle pieneltä ja sen valo  
on heikko; kuitenkin on päiväsyhdän siellä melkoisesti kir-  
kaampi kuin kirkaakin kuutamohö meillä.

Uranuksen akselin kaltevuus sen rataa kohden on  
hyvin suuri. Se on melkein radan pinnassa. Tästä syystä  
tietysti nawanseudutkin siellä vuoroonsa saavat lämmintä  
niin paljo kuin etäinen aurinko voi antaa ja alinomaista  
valoa, jota kestää moniaasti vuosikymmeniä kumman-  
kin nawan puolella, koska Uranusvuosi on 84 meidän  
vuotta.

Seitsemänkymmentä vuotta eli maailma, jälkeen Ura-  
nuksen löyhden, tietämättä oliko tämän kiertotähden ulkopuo-  
lella enää toista. Wiimeisen kiertotähden löytäminen oli  
loistawa todistus ihmisneron voimasta selwittämään mail-  
man awaruidenkin salaisuuksia. Tähtientutkija Le Ber-  
rier (ranskalainen) oli nimittäin kiertäjain wahan epä-  
tafaisesia kieroista tullut siihen päätöksen, että joku outo  
kiertotähti wetowoimallaan waukuttaiji nuo epätafaisuudet  
(„perturbationit“): Jopa luuli hän woivanja määrätä seu-  
dunki taiwaalla, jossa tuo häiritäjä olisi löytywä. Tästä  
hän kirjoitti tuttwalleen, professori Galle'lle Berlinissä, ke-  
hottaen tätä tähtäämään woimasta kaukoputkeaan niille  
seuduin taiwaalla, misä mainittu oli. Galle teki niin

— ja katso — uusi kiertotähti ilmoittihe mailmalle w. 1846.

Tämä uusi kiertotähti sai nimen **Neptunus**. Sen keskimääräinen etäisyys auringosta on 415 milj. suom. peninkulmaa ja kiertoaika lähes 2 kertaa pitempi kuin Uranuksen. Neptunuksella on huomattu yksi kuu. Neptunus on 80 kertaa isompi maamme. — Kiertoaika akselin ympäri on näillä kahdella äärimmäisellä kiertäjällä tuntematon.

Waikata on käsittää tämän äärimmäisen aurinkokuntamme kiertolaisen tarkoitusta ja toimeentuloa. Auringon valosta ja lämmöstä siellä ei ole sanottavasti puhuttakaan.

Mahdollisesti on tällä kiertotähdellä (ja Uranuksella) itsellään mahtawia valon ja lämmön lähteitä (sisäinen tuli), niinkuin on huomattu Jupiterin ja Saturnuksen suhteen.

Sill'aikaa kun Mercurius tekee yhden kierroksen (= 360°) kerkeävät radasjaan: Venus = 140,94°, Maa = 86,70°, Mars = 46,10°, Jupiter = 7,31°, Saturnus = 2,94°, Uranus = 1,3° ja Neptunus = 0,53°.

Jos pienoisesja muodossa tahdomme kuvata aurinkokuntamme jäsenten koon ja etäisyyden auringosta, niin ajatellaamme ensin aurinkomme aika ison pallon kokoisena (läpimitta = 1 kyynärä). Siitä ajatellaamme Mercuriuksen asetetun 82 jalan etäisyyteen, sinapin jyvän kokoisena, Venuksen 154 jalan etäisyydessä, herneen kokoisena, maamme 214 jalan

etäisyydessä, samoin herneen kokoisena, Mars'in 327 jalan etäisyydessä, ison neulan nupin kokoisena, tähdykkeitä



*Neptunus.*



*Uranus.*



*Saturnus.*



*Jupiter.*

Jupiterin ja Mars'in välillä on yksi 250 hywin pientä kiertotähteä.

- *Mars.*
- *Maa.*
- *Venus.*
- *Mercurius.*



den 500—600 jalan etäisyydessä, hiekkajyvien kokoisina Jupiterin 1,115 jalan etäisyydessä, ison omenan kokoisena, Saturnuksen  $\frac{2}{3}$  wirstan etäisyydessä, pienemmän omenan kokoisena, Uranuksen  $1\frac{1}{6}$  wirstan etäisyydessä, kirjimarjan kokoisena ja Neptunuksen  $1\frac{3}{4}$  wirstan etäisyydessä, karpalon kokoisena; silloin meillä on jonkunmoinen kuva aurinkokuntamme eri jäsenistä, niiden suhteellisesta suuruudesta ja keskinäisestä etäisyydestä. — Avuksi kuvitusvoimалlemme kuwataan tähän wierekkäin tärkeimmät kiertotähdet, niin että voi nähdä niiden suhteelliset koot.

### Yhdeksäs luku.

#### **Pyrstötähdet. Lentotähdet. Aurinkokuntamme synty.**

Paitsi kuu ja tähdet, kiertäjät ja kiintotähdet, on vielä muitakin taiwaankappaleita, jotka ajoittain ilmestyvät paljaallekin silmälle, ja jotka, koska ne kuuluvat aurinkokuntaamme, sopiwimmin otamme puheeksi kiertotähtien jälkeen.

Tuon tuostaki näemme taiwaalla oudomman ilmiön; se on joku tähti, joka niinkuin kiertotähdet liikkuu muiden tähtien välillä, ja joka oltuansa alusja niin pieni, että tuskin wäkwimmillä kaukoputkilla huomataan, wähitellen kaswamistaan kaswaa loistosja ja laajuudesja, sittemmin taas, kentiesi wasta useain wiikkojen päästä supistuu pienemmäksi, wihdoin tyhjänään kadotaksensa näköpiiristä. Mutta kaikista muista taiwaankappaleista nämä tähdet eroawat pitkän, loistawan pyrstönsä kautta, joka toisinaan saattaa niin kaswaa, että wähitellen himmenewällä walollaan ulottuu yli puolen taiwaanlaka. Ne sanotaan Pyrstötähdiksi eli Komeeteiksi. Jo wanhimmista ajoista owat ne wetäneet ihmisten huomion puoleensa ja herättäneet taika-uskoisissa kauhistusta. Niitä on

pidetty Jumalan wihan osoitteena ja on luultu niiden ennustawan sotia, ruttoa taikka muuta semmoista. Nykyaikoina, jolloin taika-uskon mahti on entifestään melkoisesti lannistunut, ei tuo pelko enää yhtä suuressa määrässä woiwalloittaa ihmisiä, waikka vielä nytkin woinewat ajattelemattomat ennustaa jos jotakin tuommoisen pyrstötähden ilmestymisen johdosta.

Pyrstötähdillä on waalean tähden näköinen pää eli sydän, jota ympäröipi harsumoinen walosa kerros; näiden jälestä ulottuu pyrstöntapainen, enemmän tai vähemmän loistawa häntä. Pyrstö on jotaki aiwan hienoa pölynkaltaista ainetta, jota woi päättää siitä että tähdet selwästi näkywät sen takaa. Eräs sen omituisuus ansaitsee huomiota. Se aina on kääntynyt pois päin auringosta, eikä milloinkaan syrjälle tahi aurinkoa kohti, olkoonpa millä kohdalla rataansa hywänjä.

Sanottiin jo että pyrstötähdetkin kuuluvat aurinkokuntaamme. Ne kiertäwät aurinkoa niinkuin kiertotähdetkin, mutta hywin erilaisella tavalla. Wiime mainittujen radat owat miltei ympyrän muotoisia, hiukkasen wain soikeanlaisia aurinko keskipeiteenä ja kulkewat jotenkin samassa pinnassa kaikki, eiwät paljoa eroa ekliptikan tasapinnasta. Sen ohessa ne kaikki kulkewat samaan suuntaan, lännestä itään. Toisiin pyrstötähdet. Niiden radat owat aina hywin soikeanlaisia, ne lähenewät aurinkoa niin, että saattawat joutua auringon ja maan välille, jopa muutamat joutuwat kullullaan lähemmäksi aurinkoa kuin Merkuriuskin, mutta sen sijaan saattaa soikean radan toinen pää joutua aiwan ulkopuolelle kaikkien tunnettujen kiertotähtien rataa; sen ohessa pyrstötähtien radat eiwät pysy läheskään samassa pinnassa kuin muiden aurinkokuntaamme kuuluwien taiwaantappaleiden, ekliptikassa, waan poikkeawat useat siitä hywin paljo, ja wihdoin muutamat, waikka tosin harwemmat, poikkeawat siinäkin että eiwät pyöri lännestä itään waan päinwastaiseen suuntaan. Eräs omituisuus, joka tosin ei ole mikään poikkeus siitä mitä



Kiertotähdistä tiedetään, waan joka pyrstötähdistä näkyy erittäin selvästi, on se, että mitä enemmän ne lähenewät aurinkoa radallaan, sitä nopeammin ne kulkewat, mutta tämä wauhti taas hiljenee ja hidastuu yhä enemmän, mitä kauemaksi ne auringosta etenewät.

Waikka ne kaikkina aikoina ehkä enemmän kuin mitkään muut taiwaankappaleet owat herättäneet ihmisten ihmettelystä ja uteliaisuutta, owat ne vielä werrattain waillinaisesti tunnetut. Useimmat niistä tulewat ja menewät, katoowat kaukoputkienkin näköpiiristä pitkiä ajoiksi, toisinaan sadoiksi jopa tuhansiksikin vuosiksi, ennenkuin taas ennättäwät rautansa kaukaisimmista osista, joissa ne, niinkuin juuri lausuttiin, vielä liikkuwat hywin hitaasti, auringon läheisyyteen, kaukoputkien tai paljainkin filmien nähtäwiin. Ei woida vielä täydellä warmuudella sanoa edes mitä ne owat, owatko ne pilwen tapaisia kaasukoelmia, syfermiä pienenlaisia kiintonaisia kappaleita, taiwaan pölyä wai mitä. Muutamien pyrstöllisten kiertoaika auringon ympäri on kuitenkin tarkoin tunnettu, niinkuin Enden pyrstöllinen (3 w. 115 wuorokautta), Bielan p. (6 w. 270 wuorok.), Olberjin (lähes 75 w.) ja Halleyn (75—76 w.). Näiden pyrstötähtien kiertorata on kokonaan muun aurinkokuntamme sijäpuolella, joten niitä on ollut helpompi seurata kulullaan. Mutta toisia on, joista on waikeampi saada warmoja tietoja. Donatin pyrstötähti esim. joka ilmestyi taiwaalle w. 1858 loistawana ja suurena, luullaan tarwitsewan toista tuhatta vuotta ennättääksensä takaisin auringon läheisyyteen. Jonkunmoisella warmuudella tosin tähtien tutkijat woivat määrätä jonkun taiwaankappaleen koko radan, jos tuntewatkin siitä ainoastaan osan, mutta ennenkuin päätöksen julistaa warmaksi, pitäisi kuitenkin nähdä ensin pitääkö se paikkansa. Mutta monen pyrstöllisen rataa woimme seurata ainoastaan wäjäpätöisen pienen osan ja wasta tuhansien vuosien päästä päästään tilaisuuteen näkemään, pitävätkö nyhjään tehdyt päätelmät paikkansa.

Wielä on jäljellä eräät aurinkofuntamme jäsenet. — Itsekukin näiden rivien lukijoista lienee nähnyt „tähten lentävän“ (=lennon). Tähti näyttää kiitävän amaruudessa hiihkan winoon ja jo ennen kun se on kerennyt näköpiirimme ulkopuolelle, se sammuu. Kanssa tämän nähdessään arwelee silloin jonkun noista lukemattomista tähdistä katoowan tai muuttawan paikkansa taiwaalla. Warsinfin tähtien ääretön lukumäärä wakuuttanee katsojaa siinä uskossa. „Onhan noita semmoinen warasto, että joutaa joku sammumaanki“.

Kiintotähtienkin lukemattomassa joukossa kaikei elämä ja kuolema waihtelevat niinkuin luonnossa ylipäänsä, waikka se tapahtuu niin pitkien wäliaikojen kuluesä ja niin wähitellen, ett'ei kuolewaisen silmä niiden syntyminen tai kuoleman hetkeä huomaa. Tähtiä sammuu ja uusia syntyhy; siihen päätökseen on tiede tullut. Waan ne tähtilennot, joista tässä on kysymys, eiwät ole tätä laatua.

Jos yöllä ennen tai jälkeen Laurin päivää (10 p. Elof.) taiwas on selkeinen ja me silloin tarkastelemme sitä, näemme noita lentotähtiä warsin lukuisasti. Eteläisissä maisissa, joissa yöt silloin owat (niinkuin ainakin) pimeät, on niiden näkywäisyhy wielä suurempi, kuin täällä pohjoisessa, jossa siihen aikaan pimeyttä ei kestä aiwan monta tuntia. — Lentotähdet tulewat silloin samalta taiwaan suunnalta, nimittäin Perseus-nimisestä tähtifikermästä päin. Niitä kutsutaankin senwuoksi Perseideiksi eli Laurin parweiksi, koska ne näkywät joka wuosi Laurin päivän aikaan. — Toisia, merkillisempiä lentotähtiparwia ilmesthy 14 ja 28 pp. Marraskuuta, edellinen ainoastaan 33  $\frac{1}{3}$  vuoden kuluttua ja nähy silloin 3 vuotta peräkkään. Ensi wuonna on parwi jafein. Tämä parwi tulee Jalopeuran fikermästä päin ja sitä kutsutaan senwuoksi Leonideiksi (leo = jalopeura). Näitä on huomattu etenkin ww. 1799, 1833 ja 1867. Zälkimäinen parwi (28 p. marrask.) nähy 6—7 vuoden kuluttua lukuisimpana, waan myös wähemmässä määrässä wäliaikoinaki mainittuna päivänä. Tämäki parwi näyttää tulewan



Perseus-tähdistöstä. Mutta näiden välilläki kaikkina vuoden aikoina tuon tuostaki huomataan tähden lentoja taiwaalla.

Tavallisesti lentotähti ikäänkuin leimahtaa, kulkee kappaleen matkaa taiwaankannella ja katoaa jälleen. Toisinaan kuitenkin tapahtuu, että joku sellainen kulkee pidemmän matkan, lähenee maan pintaa ja räjähtäen putoaa tuhansissa kappaleissa maahan. Näitä taiwaasta pudonneita „meteorifiviä“ on voitua tutkia tarkemmin. Pinnaltaan ne olivat pudotessaan tulikuumia, mutta sisältä suuremmat kappaleet ovat saattaneet olla jääkylmiä.

Mitä ne oikeastaan ovat, mistä ne tulevat ja mihinkä ne menevät? Tavallisia tähtiä ne eivät ole. Taiwaan loistava tähtitarha ei kadota yhtäkään jäsentä, niin että tämä putoaisi maahan tai kiitäisi välkkyen yli-ilmojen läpi. Uusimpain tutkintojen mukaan lentotähdet ovat pyrstötähden osia, jotka kiertävät rataansa auringon ympäri. Onhan mahdollista että joku taajaan lewinnyt parwi sellaisia pyörii auringon ympäri radassa, joka leikkaa maan rataa jossain kohden. Silloin ne, jotka joutuvat maan ilmahehään, nopeassa kulussaan hankautuvat ilmaa vastaan niin että käyvät tulikuumiksi ja hehkuiksi. Jouduttuansa ulomaksi ilman vaikutuksen alta ne jähtyvät taas ja jatkavat näkymätöntä kulkuaan. Ainoastaan joskus joku joutuu niin syvään ilmaan, että se wedetään alas päin ja putoaa maan pinnalle. Ne ne sitten ovat maan tulipyörät (meteorit), joita outoina wieraina mailman awaruudesta uteliaasti olemme tutkineet.

Monta arvelua on keksitty niiden syntyperästä. Useiden tutkijain mukaan pyrstötähdet juuri ovat äärettömiä parwia tällaista kiiveä, jotka, kun maa leikkaa niiden rataan, silloin luonnollisesti joutuvat näkyville. Mainitut lentotähtiparwet siten syntyisi siitä, että maa niinä aikoina leikkaisi muutamain pyrstötähden rataa. Toisen pyrstötähden koko rata olisi täynnänsä näitä taiwaan fiviä, toisten radassa niitä olisi maan osaksi. Tästä syystä edelliset näkyvät joka wuosi, jälkimäiset ajottain. Koska me-

teoriarwet aina näkyvät saman päivän seuduilla, niin seuraa siitä, että ne aina samassa kohdassa kulkevat poikki maan radan. Leonidein parwi tarwitsee 3 vuotta, kulkeakseen poikki sen osan maan radasta, jossa maa on Marraskuun 14 p.

Varmaa tietoa meillä ei vielä ole lentotähtien luonnosta yhtä vähän kuin pyrstötähtienkään. Mutta olijihan soma, jos nämä molemmat näin kuuluisivat yhteen.

Kiertäjain, kuiden ja pyrstöllisten kierron selitämme siten, että niihin vaikuttaa kahdenlainen voima: 1) wetovoima (josta jo on puhuttu) joka estää taiwaankappaleen kiitämästä suoraa tietä avaruuteen ja, jos yksin saisi vaikuttaa, vetäisi sen luokseen eli itseensä ja 2) n. k. keskipakoisuus (centrifugali-) voima, joka alinomaan työntää taiwaankappaleita kulkemaan suoraan viimeksi kuljettua suuntaansa. Wetovoima on yleisempi kuin keskipaonvoima; tämä vaikuttaa erityisesti kussakin kiertävässä taiwaankappaleessa, waan wetovoima ei ole ainoastaan auringon ja kiertäjain sekä näiden ja kuitensa välillä, waan myös kiertäjain välillä keskenään. Vuonnollisesti lähempänä olevat kappaleet vetävät luokseen enemmän kuin edempänä olevat, isommat enemmän kuin pienemmät. Täten syntyhy taiwaankappaleiden liikunnoissa kaikenlaisia säännöttömyhyiä (perturbationeja), joita tähtien tutkijain laskuisaan tulee huomata.

Mistä ja miten kiertotähdet ovat syntyneet, on asia joka on antanut oppineille paljon pään waiwaa. Että ne kuuluwat yhteen on selvä, koska ne kaikki kiertävät auringon ympäri. Waikka tässä tosin ei ole tilaa kosketella kaikkiin mailman luomista koskewiin tuumiin ja arweluihin, mainitkaamme kuitenkin tästäkin asiasta muutamia sanoja. — Omaa maatamme tutkimalla on tultu siihen päätökseen, että se aikanaan on ollut tulifuumassa tilassa, waikka nyt



on jähtynyt. Kaiteti kaikkien taiwaan-kappaleiden laita on ollut sama. — Jos kovat esineet kuumennetaan, niin ne sulawat, vielä ankarammassa kuumuudessa ne haihtuwat ilmaan, muuttuwat ilmamoißiksi kaasuißi. — Olisikohan oleet alussa kaikki esineet ilmamoißia, aurinkofuntammein sanomattoman kuuma kaasupilwi tyhjässä mailman awaruudessa? Voidaan kaukoputkilla nähdä waloisia pilwentapaisia, joita luullaan samallaißiksi kaasupilwißi, jommainen tämän mukaan olisi ollut aurinkofuntamme alkku.

Kaasupilwi liikkui. Lämpö ja liikunto olivat wälttämättömän tarpeellisia. Ilman niitä ei olisi woinut mailma syntyä. Se pyöri lännestä itään, niinkuin vielä pyörivät kaikki kiertotähdet ja aurinko itsekin; pyörimisen kautta muutti pallomainen kaasupilwi 1) muotoansa, sai enemmän pyöreän muodon, 2) erosiwat äärimmäiset kohdat jähtymään renkaiksi, joita syntyi useampia toinen toisensa sisällä, 3) rengas selkeni, meni poikki, wetäytyi kokoon erityiseßi palloksi, joka sai pyörimään akselinsa ympäri ja kiertämään samaan suuntaan kuin rengas ja itse aurinkofuntaa perustawa sumupilwi alusta alkain oli pyörinyt; siten wähitellen syntyiwät kaikki kiertäjät. Kaasut jähtyiwät weteliksi aineiksi, wihdoin muutamat saiwat kiinteän muodonkin ja olot yhä enemmän lähenteliwät nykyisiä. Keski kohdasta tuli aurinko, joka wähitellen kutistumistaan kutistui. Kiertäjätkin olivat alussa weteliä pilwimäißeä; muutamat synnyttiwät omia renkaita; sellaisia renkaita nähdään vieläkin Saturnuksen ympärillä, muut owat muuttuneet kuiksi.

Aurinkofuntamme jähtymistään jähtyy, sen kuumuus jätelee jäähtymään, tyhjään awaruuteen; pienemmät taiwaan-kappaleet pikemmin jähtyiwät, suurimmat pysyiwät kauan kuumina. Aurinko vielä loistaa ja lämmittää, maa on niin jähtynyt, että waan tuliwuoret muistuttawat, että kyllä sywyhdessä tulta vielä on, ja suuret kiertotähdet, Jupiter ja Saturnus, loistawat yhä vielä omalla himmeällä loistollaan.

Semmoiseksi kuvataan aurinkokuntamme alkua ja kehitys. Siinä viittaus siihen, että se ei ole iankaikkinen aiottu, että sitäkin kerran odottaa loppu!

### Ryhmästä luku.

#### Miten taiwaankappaleiden etäisyys ja suuruus määrätään.

Ennenkun nyt lähemme avarammille aloille, puhumaan noista äärettömän etäisistä kiintotähdistä, tahdomme lausua sanasen siitä, miten taiwaankappaleiden etäisyyttä ja suuruutta määrätään. Opittuamme sen tuntemaan, ymmärrämme heti, kiintotähtimailmaan siirtyessämme, kuinka kaukana olemme tähän asti kerrotuilta aloilta.

Kun maallisten kappaleiden etäisyyttä tai läheisyyttä arwestelemme, niin kuki on huomannut sen, että esine lähempänä katsojaa näyttää isommalta ja selvennämältä kuin edempänä hänestä. Myöskin lie kuki huomannut, että joku esine näkyy sitä edempää, kuta valoiskampi se on ja yhtä valoiskista isompi näkyy edempää kuin pienempi. Jos nyt näiden määräysten johdolla rupeemme taiwaankappaleiden etäisyyttä määrittämään, niin emme paljon edisty tutkimuksissamme. Tosin Mars ja Jupiter sekä pyrstölliset ajoittain näyttävät paljoo isommilta ja kirkkaimmilta kuin toisina aikoina ja ne ovatki enemmiten silloin meitä lähempänä kuin muulloin; mutta ylipäänsä aurinkokuntaamme kuuluvain kappaleiden suuruus ei ainakaan paljain silmin nähden muutu. Suurennuksellasi avulla kuitenkin aurinkokuntamme kappaleisja nähdään muutoksia niiden näennäisessä suuruudessa, sen mukaan kun ovat meitä lähempänä tai edempänä.

Mitä taas tuohon walovoimaan tulee, emme siitäkään voi paljoo päättää tähtien etäisyydestä. Tähti, jolla näyttää olevan heikompi walo kuin toisella, voi olla tätä edempänä,



waan woi joku heikkowaloinen tähti olla myös lähempänä kuin wahwempivaloinen, jos se on esim. pienempi tätä. —

Eiwät siis yllämainitut, maalliset vertauskohdat riitä, kun awaruuden etäisyyksiä määrätään. Luonnolliselle silmälle näyttävät tähdet ylipäänsä olewan yhtä kaukana, itäänkuin kiinnitettyinä näennäiseen taiwaankanteen.

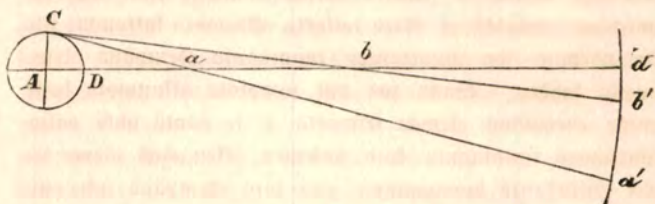
Mutta eräs tarkempi keino löytyy määrätä maallisten esineiden etäisyyttä kuin jo mainittu ja tätä keinoa on myös tähtitieteessä menestyksellä wiljelty. Jos esim. jostakin affunasta katsomme lähellä olevaa esinettä esim. pystyyn nostettua seivästä ja sitten toisesta affunasta katsomme sitä, niin näemme sen muuttaneen suuntaansa edempänä olevia esineitä kohden. Waan jos nyt samoista affunoista katselemme edempänä olevaa seivästä, ei se näytä yhtä paljon muuttawan suuntaansa kuin äskeinen, lähempänä olewa seiväs. Ylipäänsä huomaamme, että kuta edempänä joku esine on, sen enemmän tähtyy meidän muuttaa paikkaamme, nähdäksemme sitä eri suunnassa. Jos taas emme itse muuta paikkaamme, mutta se esine, jota tarkastamme, on liikkeellä, niin näyttää se muuttawan paikkansa sitä enemmän ja pikemmin, kuta lähempänä katsojaa se on, mutta sitä vähemmin ja hitaammin, kuta edempänä katsojasta se on.

Wanhajan ajan tähtientutkijat, jotka otaksuivat maan liikkumattomaksi, päättiwät wiimemainitun huomion johdosta, että taiwaankappaleekin näyttävät sitä enemmän muuttawan paikkansa, kuta lähempänä meitä ne owat. He arwelivat siis maata lähimmäksi taiwaankappaleeksi kuun, joka jo wuorokaudessa muuttaa paikkansa lähes 13 astetta; sen jälkeen asettiwat he etäisyyden suhteen Merkurion, Venuksen; sitten auringon, Mars'in, Jupiterin ja Saturnuksen.

Mutta kuinka kaukana nämä oliwat toisistaan ja kuinka kaukana maasta, siitä ei vanhalla ajalla woinut olla tietoa, koska silloin puuttuivat ne tarikat tähtitieteelliset koneet, joiden avulla nykyaikaan pienimmätkin kulmat, ympyränkehäin osat ja wiivat sekunnin päälle, wieläpä allekin, voidaan

määrätä. Suuresti siis erehdyttiin aurinkofuntamme tärkeimmänkin kappaleen, auringon, etäisyyden suhteen. Pythagoras arveli sinne olewan maasta kolme kertaa isomman matkan kuin kuuhun ja Aristarkhos Samos'ta laski sen wälillä kahdeksantoista kertaa pienemmäksi kuin se tosiaanki on. Wiimemainittu otaksuminen pidettiin vielä uuden ajan alussa hywin luotettawana.

Koettakaamme nyt suurimmasa lyhykäisyydessä näyttää miten taiwaankappaleiden etäisyys suuretieteen avulla määrät-



tään. Olkoon  $A$  maan keskipiste ja  $a$  joku tähti (joka tilan ahtauden vuoksi on näin lähelle maata asetettu). Joku katsoja  $D$ :ssä näkee tämän tähden zenitisään ja suunnassa  $abd$  eli  $d$ :tä kohden, waan katsoja  $C$ :ssä näkee tämän tähden horisontissaan ja suunnassa  $Caa'$  eli  $a'$ :ta kohden. Tätä tähden erisuunnassa näkymistä eli näennäistä paikkamuutosta kutsutaan tähtitieteessä **parallaxiksi** (siirtymiseksi). Parallaxilla ymmärretään ei ainoastaan kappale  $da'$  näennäisestä taiwaankannesta, waan myöskin se kulma, jonka wiivat  $Caa'$  ja  $Aabd$  muodostawat  $a$ :ssa.  $a$ -tähden parallaxi on siis kappale  $da'$  eli niiden kahden kohdan etäisyys taiwaankannella, joista katsoja maan keskipisteessä ja se katsoja, joka juuri horisontissaan huomaa tähden  $a$ , näkewät tämän taiwaankannella; tai kulma  $AaC$ .

Jos nyt tähti on edempänä maasta, esim.  $b$ :ssä, niin on sen parallaxi pienempi ( $db'$  tai kulma  $AbC$ ).

Erityisten laskujen avulla voidaan nyt helposti tähden keskipesteen etäisyys maamme keskipesteestä määrätä. Kun



ferran parallaxi tunnetaan, voidaan lastujen kautta saada tieto taiwaankappaleen todellisesta puoliläpimitasta ja sen jälkeen sen pinta- ja kuutio-alasta. Muillaki tavoin voidaan parallaxi määrätä, esimerkiksi jos kaffi katsojaa saman meridianin seuduilla, kummallakin puolen päiväntasaajaa, yhtäaika tarkastawat tähden asemää.

Kiintotähtien suhteen ei tämänkaltaisen (jokapäiväinen) parallaxilasku käy ensinkään laatuun. Ne ovat meistä niin äärettömän kaukana, että maamme läpimitta niihin ei tule mihinkään lukuun. Niiden suhteen on tähtynyt ryhtyä toisiin mittauskeinoihin. On laskeilla koetettu määrätä, minäkökoiselta maanradan puoliläpimitta nähyy niihin, toisin sanoen: kuinka suuri kiintotähtien vuotuinen parallaxi on.

### Yhdestoista luku.

#### Kiintotähdistä.

Minäkökoiselta näyttäisi johonkuhun lähimmäistä kiintotähdistä maanradan puoliläpimitta, joka on 14—15 milj. suom. pen.? Eli toisin sanoen: minäkökoiselta näyttäisi kiintotähtiin semmoisen taiwaanpallon puoliläpimitta, joka pallo olisi aurinkokuntamme paikalla ja jonka puoliläpimitta olisi noin 80 kertaa isompi kuin auringon läpimitta?

Maanradan puoliläpimitta, lähimmästä kiintotähdestä katsottuna, ei nousisi sekuntiin!

Ja kuitenkin me puolen vuoden kuluttua olemme muutaneet asemamme avaruudessa yli 28 milj. suom. penink. Me siis tämän verran etenemme kiintotähdistä ja lähenemme niitä ja me näemme niitä asemista, joiden etäisyys nousee yllämainittuun, melkoiseen mittamäärään. Mutta aina ne näyttävät olewan samassa asemassa keskenään.

Maanradan läpimitta siis, nähtynä lähimmäisestä kiintotähdestä, ei nouse tähteen sekuntiin! Mutta suurettiede opet-

taa, että kunkin esineen, näkyäkseen sekunnin läpimittaisena, pitää olla noin 206,000 kertaa läpimittansa pituutta silmästä eli katsojasta. Lähin kiintotähti on, ollen 0,97' läpimittaisena, meille nähden, 211,330 kertaa maan radan puoliläpimittaa meistä eli lähes 3 miljoonaa suom. penink. Tämä etäisyys, verraten 1 peninkulmaan, on melkein kuin 95,000 vuotta on verraten yhteen sekuntiin. Walo tästä tähdestä wiipyy maahan 3 vuotta 8 kuukautta (auringosta maahan se wiipyy 8 min. 13 sek.).

Mikä ääretön etäisyys!

Etäisyyden suhteen toinen kiintotähti on, arwellaan, 550,920 maanradan puoliläpimittaa meistä ja walo sieltä wiipyy 9 1/2 vuotta. Vega, joka lie kolmas meitä lähimmistä kiintotähdistä, on 1,330,330 maanradan sädettä meistä etäällä; sieltä wiipyy walo tänne 21 vuotta; Sirkuksesta 22 w., j. n. e. Löytyy tähtiä, joista walo tänne wiipyy satoja ja tuhansia vuosia, vieläpä enemäntä!

Tähdet jaetaan näennäisen suuruutensa suhteen luokkiin. Suurimmat tähdet luetaan kuuluviksi ensi luokkaan. Kuudennen luokan tähtiä voidaan vielä paljain silmin erottaa. Kaukoputkella erotetaan 16 luokkaa. Paljain silmin voidaan erottaa noin 6000 tähteä, joista yli 4000 näkyy Suomenmaassa; kaukoputkilla yli 100 miljoonaa. Kaikki nämä tähdet ovat samaa luonnetta kuin aurinkomme ja loistawat omalla walolla.

Yli 100 milj. aurinkoa on siis ihmisilmä kaukoputken avulla erottanut awaruuden waltameressä! Waan kuka tieji, jos tämä on waan vähäinen osa koko lukumäärästä. Tätä ajatellesamme, täyttyy sydämemme hämmästyksellä ja ehkä selwemmin, jos emme sywemmin, kuin kuninkaallinen runoilija, oiwalla sanat: „Taiwaat kertowat Suojan ihmetöitä ja taiwaankansi on todistus hänen käsialastaan“.

Kun tarkastelemme taiwasta uuden kuun aikana, jolloin ei kuutamoa estä meitä näkemästä pienempiä tähtiä, näemme



tähtiä muutamissa seuduin taiwaalla olewan paljoa tiheämässä kuin toisissa. Ennen kaikkea pistää silmään tuo tunnettu, hopeanhohtava linnunrata, jossa aprikoidaan löytyvän monta kymmentä milj. auringon tapaisia taiwaankappaleita ja joka kulkee poikki koko taiwaan, ja sen läpitse, ja molemmin puolin loistawat nuo tuhannet tähdet, joita olemme tottuneet erottamaan eri sfermiin eli tähdistöihin, joilla jokaisella on omat nimet sellaiset kuin Otawa, Härkä, Zolopeura, Zoutsen y. m. Kirjan loppuun liitetystä tähtikartasta nähdään tärkeimmät pohjoisella taiwaalla näkyvät tähdistöt ynnä niiden nimet, josta syystä emme tarvitse niitä täällä sen tarkemmin luetella eikä selittää.

Kiintotähtien joukossa voimme erottaa, paitsi tavallisia, kolme erinomaisempaa lajia: 1) kaksois- (kolmois- j. n. e.) tähdet, joista toinen kiertää toista ja jotka ovat erivärisiä (keltaiset, punaiset, vihreät, siniset j. n. e.); 2) muuttuvaiset tähdet, jotka määräaikoina loistawat voimakkaamalla tai heikommalla walolla ja 3) kerran tai ajoittain ilmestyneet ja sittemmin kadonneet tähdet.

Merkillisimmät muuttuvaisista tähdistä ovat: eräs Walaskalan tähdistössä, joka, ollen 26 päivää toisen luokan suuruutta, menee aivan näkymättömäksi. Koko sen walon muutos aika on 332 vuorok., josta ajasta se on 132 vuorok. isompi ja 200 vuorok. pienempi kuin VI luokan tähti. — Toinen muuttuvainen tähti on  $\beta$  Perseus-tähdissä (Algol) joka 61 tuntia on II luokan suuruudesta, alenee sitten 4 tunnissa IV luokan tähdeksi, on sitten 18 min. tämän kokoisena ja isonee taas 4 tunnissa 40 min. II luokan tähdeksi.

Mitä nuo muuttuvaiset tähdet ovat, siitä ovat arvelut monenlaiset. Toiset luulewat niiden walon noin syntyvän siitä syystä, että joku niitä kiertävä tumma kiertäjä (tai useammat) ajoittain peittää niiden walon; toiset että tämmöisellä kiintotähdellä voi olla tummempi ja valoisaampi puoli.

Ajoittain ilmestyneistä tähdistä on kaikkein merkillisin

eräs Cassiopeia-tähdistönsä huomattu tähti. Kun tähtien-  
tutkija Tycho Brahe 11 p. Marrask. 1572 illalla kulki  
yli pihansa laboratoriossaan tähtitutkimoonsa, huomasi hän  
vastamainitusja tähtisfermäsä kiintotähden, joka loistossa  
voitti Jupiterin jopa Venuksenki ja vihdoin nähti päiväl-  
läki. Mainitun vuoden lopulla alkoi tähden valo himmetä.  
Alussa oli se väriltään häikäisewän walkea, sitten (Tam-  
mik. 1573) kellertävä, moniaita kuukausia tämän jälkeen pu-  
nertawa kuin Mars ja Tammi. 1573 lyhyenkarwainen kuin  
Saturnus. Maalisuusja samana vuonna se aiwan katoji.  
Ennen tätä aikaa oli Tycho Brahe tämän tähden seuvilla  
huomannut ainoastaan pienempiä tähtiä. Mutta aikaisem-  
min vuosina 945 ja 1264 oli myös Cassiopeiasja huomattu  
loistawa tähti, josta on arweltu tässä olewan muutaman,  
300 ja kymmentunta vuoden jälestä aina ilmaantawa tähti.  
Sattuisipa melkein yhteen tämän tähden ilmestymisen kansja  
se tähti, joka Kristuksen syntymisen aikana ilmestyi.

Wuonna 1604 Lokak. 10 p. ilmestyi Ophiuchus-nimi-  
jesä tähtisfermäsä tähti, joka oli melkein edellämaitun  
wertainen loistossa. Se katoji Lokakuussa 1605.

Syht näihin äkkinäisiin muutoksiin owat vielä hywin  
hämäräsä.

Kiintotähtien näennäistä walowoimaa on myös mi-  
tattu. Tämän walonmittauksen (photometrian) johdosta on,  
Wega-tähden walowoima kun pannaan 1:n arwoiseksi, Sirkuksen  
= 4,99,  $\alpha$  Argosja = 2,45,  $\alpha$  Kentaurisja = 1,23, Arcturus  
= 0,89,  $\alpha$  Kaurisja = 0,82,  $\beta$  Orionisja = 0,80,  $\alpha$  Drio-  
nisja = 0,58, Aldebaranisja = 0,56 — — j. n. e.

Useista kiintotähdistä on huomattu niilläkin olewan  
liikuntonsa awaruudessa, mutta se liikunto on niin vähän  
huomattawa että wasta vuosifadoisja huomataan niitä siir-  
tyneen vähän toijistanja syrjälle.

---

Mutta mitä tähdet owat? Auringontapaisia taiwaan-  
kappaleita, woimme jotenkin warmasti siihen wastata, waikka



niissäkin huomattu vaihtelevaisuus todistaa että aiwan samallaisia ne eivät ole. Suuren etäisyyhtensä vuoksi on ollut mahdollontta saada selkoa, kiertäisikö niidenkin, samoin kuin meidän auringon ympäri toisia pienempiä jähtyneitä, himmeitä taiwaankappaleita, kiertotähtiä — mutta mahdollontta se ainakaan ei ole useimpien suhteen.

Murinkokuntamme synttä selittäessämme, mainittiin että on olemassa tähtiä sellaisiakin, jotka ovat paljaastaan kuumia kaasupilviä, vasta alkuasteella olevia mailmoja. Ne selvästi eroavat muista tähdistä himmeämmällä loistollaan ja epäsuunnollisemmällä muodollaan, niitä väkewillä kaukoputkilla tarkastellessa. Tiedemiehet niitä sanovat uturyhmiiksi tai nebulosiksi ja ovat erottawinaan monissa sellaisissa eri osia, tiheämpää tai hienompaa utua, vähemmän tai enemmän loistavia udusta jo walmiiksi eronneita tähtiä.

---

### Kahdestoista luku.

#### Selitys muutamista almanakassa käytetyistä merkitystavoista.

Kuten tiedämme, sijältää almanakka ilmoituksia auringon ja kuun noususta ja lasusta sekä meridianissa olosta, pääkiertäjän wastakkaisuudesta ja suhteista, auringon ja kuun pimenemisistä ynnä monista muista seikoista, jotka eivät kaikei sentään kuulu meidän aineesemme. Vuulemme lyhykäisen selityksen almanakan ilmoituksista olewan useammille terwetulleen.

Jos tahdomme saada almanakasta jotenkin luotettawia ilmoituksia, tulee meidän ensin katsoa, minkä paikakunnan horisontin mukaan se on tehty. Niinpä esim. Helsingin ja Dulun horisontit kesäis- ja talwis-aikaan woivat erota toisistaan noin 3 tuntia. Näin paljoa lyhempi on päivä talvisydännä ja näin paljoa pitempi kesäsydännä Dulussa kuin Helsingissä.

Puolenpäivän aika on — janoo kufin — tietysti silloin kun aurinko on korkeimmillaan taitaalla. Niin oikein! Mutta milloin se on korkeimmillaan eli meridianissa (puolenpäivän piirisä)? Kaitetiki kello 12. Kuitenki almanakoissamme on (sitten w. 1875) alettu ilmoittaa, milloin aurinko on meridianissa — ja näistä ilmoituksista huomataan että se tapahtuu milloin ennen, milloin jälkeen kl. 12. Niin otetaan neljästi vuodessa (15 p. Huhtik., 15 p. Kesäk., 1 p. Syysk. ja 25 Jouluk.) on aurinko meridianissa juuri kello 12. Miten tämä on ymmärrettävä?

Selittäkäämme lyhykäisestii tämä kohta.

Me otaksomme ensinki että me, ainaki moniaita päiviä jäletysten, olemme tilaisuudessa tarkoin huomata sitä hetkeä. Tämä voi helposti tapahtua josaki tähtitutumossa. Toiseksi otaksomme meillä olevan hyvän kellon. Jos nyt esim. 25 p. Joulukuuta asetamme kellomme juuri 12 päälle, kun aurinko on meridianissa ja sitten moniaita päiviä, auringon ollessa meridianissa, tarkastelemme kelloamme, niin alkaa se „erota“ auringosta niin, että se esim. vuoden viime päivänä on 3 minuuttia yli 12, kun aurinko on meridianissa. Ja Tammiukuun lopussa on kellomme 14 min. yli 12, kun auringon keskiste kulkee meridianin poikki. Mutta Helmiukuun loppupuolella ja Maaliskuun sekä puolen Huhtikuun fuluessa se taas alkaa läheta aurinko- (todellista) aikaa ja on, niinkuin yllä mainittiin, 15 p. Huhtikuuta taas yhdessä sen kanssa. Mikä on tähän syynä?

Maamme (näennäisesti auringon) rata on, niinkuin edellisessä on mainittu, ei mikään tarkka ympyrä, se on hiukan soikeanlainen. Ollessaan lähinnä aurinkoa on maan (taiikka näennäisesti auringon) nopeus suurin ja ollessaan etäisinnä auringosta pienin. Auringon näennäinen kierto on siis epätasainen. On siis selvä, että oikein käyvä kello ei pysy yhdessä auringon kanssa.

Tästä syystä ovat tähtitutkijat, saadakseen ajanlaskun tasaisiksi, otaksuneet toisen auringon, joka muka liikkuu tasai-



jella nopeudella radassaan ja jota he kutsuvat keskimmäisräiseksi. Se on saatu siten, että maan radan pituus jaetaan maamme fiertoajalla, joten saadaan maan (näennäisesti auringon) keskimääräinen nopeus. Keskimääräinen aurinko (eli aika) on siis milloin luonnollisen edellä, milloin sen jälesä. Tämän keskimääräisen auringon meridianissa olo on almanakoissamme merkitty. — Erotusta todellisen keskiajan välillä kutsutaan ajantasaufiseksi. Hyvästi käypä kello näyttää siis, auringon ollessa meridianissa, sitä aikaa, kun kulleki päivälle almanakassa on määrätty alla viivan, keskimääräisessä numerovivissä (aur. p. piir.) \*)

Muistamme miten kirjan alussa kerrottiin auringon näennäisestä liikkunnosta taiwaalla, jonka mukaan se vähitellen muuttaa asemansa tähtisfermien välillä, tullakseen vuoden lopulla takaisin samaan asemaan jossa se oli vuoden alussa. Tällä kullakaan se kulkee vuosittain aina samaa rataa kahdentoista tähtisfermän läpitse, joidenka nimet ja tähtitieteelliset merkit ovat Dinas (V), Härkä (S), Katsoiset (H), Krapu (G), Jalopeura (A), Neitsyt (mp), Waaka (Q), Skorpion (M) Joutsimies (Z), Kauris (T), Wesimies (W) ja Kalat (K). Kartassamme on myöskin merkitty nämä tähdistöt ja auringon tie niiden välillä. Se vyöhyke taiwaasta, jossa nämä merkit ovat, kutsutaan eläinradaksi, ja aurinko kulkee yhden merkin välin yhdesä kuukaudessa, kuitenkin niin, ettei mikään merkki tarfkaan sormintään kuukauden kanssa yhteen.

Almanakassa ilmoitetaan kullaki kuukaudella (21 p. seu-

\*) Tähtituttimoiissa seurataan tavallisesti n. k. tähtiainaa j. v. väliatka jonkun tähden meridianissa olosta seuraamaan meridianissa oloon. Tämän ajan mukaan luetaan 24 tuntia yhtämittaa jota vuorokaudessa. Kello on siis 18, 20 j. n. e. Tähtiajan mukaan käypä kello on silloin 12 kun kewaäpäivän tasanepiste on meridianissa. Kewaäpäivän tajasaukana ovat keskimääräinen ja tähtiainayhdesä. Vuoden kulluttua on jälkim. vuorokautta edellä edellisestä.

duilla) mihin eläinradan 12 „merkiästä“ aurinko silloin tulee. Niinpä sanotaan auringon Huhtikuussa tulewan Härän merkkiin, Toukokuussa Kaksoisten merkkiin j. n. e.

Kuun radan ja ekliptikan leikkauskulma on noin 5°. Leikkauspajat (nodit) taimaalla eivät pysy samoina vaan muuttavat asemaansa alituisen, mutta säännöllisesti, niin että kulkewat ekliptikaa pitkin peräntymää suuntaa (siis esim. Kaksoisista ja Joutsimiehestä Härkään ja Skorpioniin, näistä Dinaasen ja Waakaan j. n. e.). Vuodessa ne liikkuvat ekliptikasja  $19\frac{1}{3}^{\circ}$  ja kiertävät sen  $18\frac{2}{3}$  vuodessa. Tästä seuraa, että sama osa kuun rataa tulee olemaan  $9\frac{1}{3}$  vuotta ekliptikan yläpuolella ja yhtä kauan sen alapuolella. Almanakasja on pantu merkki  $\Omega$  sen vuorokauden perään, jonka kulussa kun kohoaa ekliptikan tasapinnan yläpuolelle ja merkki  $\var�$  sen vuorokauden perään, jonka kulussa kun laskee ekliptikan tasapinnan alapuolelle. Tätä kutsutaan almanakasja: kuun nousminen ja laskeminen eläinradan lävitse.

Almanakasja näemme wiiden isoinnan kiertotähden pääasemat merkittyinä. Kun nyt näemme kuun merkin (= C) jonkun kiertäjän merkin jälessä, niin tiedämme kuun sillä vuorokaudella kulkewan sen leveysasteen yli, jonka kohdalla mainittu kiertäjä silloin on ja kiertäjän siis huomattawan ei kaukana kuusta. Mutta koska kun vuorokaudessa wetäy lähes  $13^{\circ}$  itää kohden, niin se jo vuorokauden kulussa warsin huomattavasti eroaa kiertäjästä, joka mainituksja ajassa ei sanottavasti muuta asemaansa. Venus (ja Mercurius), jotka aina owat uuden kuun eli auringon läheisyydessä, ilmestyvät ehtoilla, jos ne owat ensimmäiseen kortteliin päin uudesta kuusta, vaan aamuisin, jos ne owat kolmanteen kortteliin (eli taappain ajassa) uudesta kuusta merkittyinä.

Sen johdosta, mitä äsken kuun radasta on sanottu, ymmärretään helposti, että kun, niin pohjoisilla asteleveyhillä kuin esim. Oulu, voi olla kolme, neljä jopa wiisiki vuoro-



kautta laskeematta ja saman verran aikaa myös nousematta, niinkuin almanakassa nähdään: „ei laske“ ja: „ei nouse“. Edellinen ilmiö voi tapahtua ainoastaan silloin, kun kuu, ollen pohjoisinnä, myös samassa on nousumatkallaan ekliptikan tafapinnan ylipuolelle, jälkimäinen taas silloin kun kuu, ollen eteläisinnä, myös samassa on laskeumatkallaan ekliptikan tafapinnan alapuolelle.

Koska kuunki rata on soikea, on se, kullafi kierrollaan ferran lähinnä maata, joka almanakassa merkitään: C lif.(in) ja ferran etäisinnä maasta, joka almanakassa merkitään C kauw.(impana). Nämä kohdat muuttawat paikkansa, ekliptikan verraten, waan päinwastaista suuntaa kuin äsken mainitut „leikkauspaiikat“, siis merkkien järjestyksessä (Dinaasta ja Waa'asta Härkään ja Skorpioniin), lähes 9 wuodessa läpi ekliptikan.

### Kolmastoista luku.

#### Spektralianalyysi.

Itsekulleki tunnettu ilmiö on wesiikaari, jossa ilmestyy, aina samassa järjestyksessä, 7 eri wäriä. Useampi on myös tullut huomaamaan samanlaisen wäriajakson (joka on aurin gon walosta syntynyt) kun tämä walo on kullenut lasijärmiön (prisman) läpi (esim. kynttiläröunussa). Tätä wäriajaksoa kutsutaan latinan kielestä lainatulla nimellä spektrum'iksi.

Mutta tuossa spektrum'issa on huomattu, kun sitä warta wasten tehdyillä koneilla on tarkastettu, paitfi nuo 7 eri wäriä, myös wärittömiä paikkoja. Nämä owat kaitaisia juowia waan, poikkipuolten spektrum'ia. Ensi ferran nämä juowat huomafi eräs Saksalainen oppinut Fraunhofer ja kuwafi ne w. 1814. Hänen jälkeen ne nimitettiin Fraunhoferin juowiksi. Mutta noiden juowain merkitystä ei Fraunhofer tietännyt selittää. Wasta Kustaa Robert Kirchoff'in

onnistui w. 1859 antaa täydelleen tyhdyttävä selitys noista juomista.

Jos auringon valo johdetaan kahden tai useamman särmiön läpi niin, että sen spektrumi saadaan tarpeeksi suurennetuksi, nähdään tässä noita pyrstyjuoria, mustia juomia.

Jotainen kappale, joka kuumennetaan waaleanhehkuwaksi (siis ainaki 1200 asteesen), luo itfestään, kun sen valo johdetaan särmiön läpi, spektrum'in. — Waan kaikki spektrumit eiwät ole samallaisia; päinvastoin. Jos hehkuwa kappale on kowaa tai juoksewaa ainetta, syunyttää se spektrumin, joka on ilman mittään juowitta eli n. k. yhtäläinen, waan jos walonlähde on hehkuwaa kaasua, siinä owat eriwäriset juowat mustalla pohjalla.

Ei tämä selitys käy toteen auringon spektrum'in suhteen. Tulemme kohta näkemään, mikä siihen on syytä.

Kaikilla yhtämittäisillä spektrum'eilla owat samat värit ja samassa järjestyksessä; mutta ainoastaan kyllin kuumennetuissa kappaleissa ne kaikki ilmestyvät. Jos kappale vähitellen kuumennetaan, nähdään spektrumin värit toinen toisensa jälestä ilmestyvän, ensin punainen, sitten punakeltainen (oranssi), sitten keltainen, sen jälkeen wiheriä, sininen, tummansininen (indigo) ja punasiinewä (liila).

Kaasuspektrumit taas owat niin monenlaisia, että kullakin eri aineella, hehkuwaksi kaasuksi muuttuneena, on oma spektrum'insa. Tällainen kaasumoinen aine siis tunnetaan spektrum'istaan. Natrium'illa kaasumuodossa on yksi oranssi-karwainen juowa (kun spektrumi kyllin suurennetaan kaksiki), kuparilla kolme kirkasta wiheriää; sinkillä yksi punainen ja kolme kaunista sinistä juowaa; wetykaasulla yksi punainen, yksi wiheriä, yksi sininen ja yksi indigowärinen juowa j. n. e. Näiden juowain asemat owat eri aineissa erilaiset ja aina samassa aineessa samat.

Seurauksena edellisestä on, että kowain ja waluwain aineiden spektrumeista ei woida saada selkoa siitä, mitä alkuaineita niissä löytyy, waan kun nuo aineet riittävän kuu-



mentamisen (räjähdyskaasuliekki tai sähkö) kautta muute-  
taan kaasumoisiksi, silloin spektrumiin ilmestyyneistä viivoista  
voi nähdä, mitä ainetta valonlähteessä on, josta saadaan  
selkoa, waikka näitä aineita olisi miltei äärettömän wähän.

Kuudennesa luvussa on jo mainittu, että moniaat tut-  
kijat owat pitäneet auringon sydäntäki kaasumoisena, waan  
toiset (Norman Lockyer) kowana tai waluwana. Aurinkoa  
ympäröiwän loistawan kehän kaikki myöntävät kaasumoisiksi.  
Koska kaasut wahwan painon alla saawat yhtämittäisen  
spektrumin, samoin kuin kiinteät ja waluvat aineet, niin ei  
ole woiu päättää, onko auringon sydän kowa, walua tai kaa-  
sunmoinen, waikkapa sen spektrum onkin yhtämittäinen. Koska  
kuitenkin ainakin auringon pinnalla olewat kaasut eiwät ole  
sanottawan painon alla, on kuitenkin woiu saada selkoa  
hywin monesta aineesta, joka auringossa on. Asia on se  
että hehkuwa kaasu imee (oikeastaan heikontaa) niitä  
wärilajeja yhtämittäisistä spektrum'ista, joita  
se itse lähettää. Siitä syntyy mustat Fraunhoferin wii-  
wat; kun tietää missä spektrumin kohdalla jonkun määrätyn  
aineen wäriwiwa on, ja yhtämittäisessä spektrumissa sa-  
malla kohdalla huomaa mustan wiiwan, niin tietää että  
mainittua ainetta on läsnä hehkuwassa kaasumuodosssa.

Jos jonku muun kaasun läpi johdetaan jostaki kowasta  
tai waluwasta (hehkuwasta) kappaleesta tulewat wäri-  
lajit, niin kaasu aina imee (heikontaa) ne wäri-  
lajit eli juowat, jotka löytyvät sen spektrumissa, joten ne mustina Fraun-  
hofertn wiiwoina ilmestyyvät nähtäwiksi spektrumiin wäri-  
lajille pohjalle.

Maapallon 63 alkuaineesta on tällä tawoin auringosta  
warmuudella löydetty: rautaa, kalcioa, kalcioaa, magnesia,  
mangania, kromia, nikkeliä, wetyä ja titania; osittain myös  
sinkkiä, bariaa, aluminiaa, kuparia, kobolttia ja kulta, waan  
ei esim. hopeaa, tinaa, hiijyä, elohopeaa ynnä muutamia  
muita maassa löytyviä aineita.

Useiden kiintotähtien spektrumeita on jo tarkasteltu ja

tiedetään mitä alkuaineita niissä on. On huomattu, että noiden alkuaineiden löytyminen ja suhteellinen paljous on warsin vaihteleva eri tähdillä.

Mutta huomattava joka tapauksessa on, että ainoastaan ne aineet, jotka hehkuwassa kaasutilassa taiwaankappaleissa löytyvät, tulewat spektrummin kautta ilmi. Jos siellä olisi muitakin aineita, emme niistä mitään tiedä.

### Keljästoista luku.

#### Katsahdus tähtitieteen kehittymiseen.

Jo vanhemmista ajoista owat ihmiset luoneet huomionsa taiwaankannen ilmiöihin. Itämaiden kirkas tähtitaiwas täytti aikaisin ihmettelystä ihmisten mielet ja tiedetään että muinaisilla Kaldealaisilla ja Egyptiläisillä on laajoja tietoja tähtitaiwaan ilmiöistä, vaikka niiden oppineet pitivät tietojaan salassa, eivätkä antaneet tavallijille kuolewaisille wihjiä siitä, mitä he tiesivät.

Mutta warma on, että hywin olivat heidän tietonsa taika-uskoon jekoitetut. Taiwaankappaleiden asemasta keskenään luultiin ihmisen kohtalon riippuwan; warsinki tärkeänä pidettiin niiden asennon tarkastaminen kunki synty Mishetkenä, siitä woi muka tehdä tärkeät päätökset wasta syntyneen kohtalosta ja elämänwaihheista. — Myöskin auringon pimenemiset ja pyrsötähdet owat olleet mahtawina taika-uskon wirittäjinä.

Wieläpä owat nuo awaruuden loistawat aarteet kailina aikoina wettäneet kailkein tunteellisten huomion puoleensa. Runoilijat owat niistä löytäneet loistawia wertauskuwia ja elämän ahdistuksissa kamppailewa ihminen on, toiwoen ja ikäwöiden, kohottanut silmänsä kohti noita salaperäisessä hiljaisuudessa säilyneitä walon walfamia.

Ensimmäiset tieteelliset arwelut mailmanrakennuksesta, jotka meidän aikoihin owat säilyneet, tapaamme itämaalaisten



ja Kreikkalaisten filosofien teoksissa. Ne olivat tietysti hämääriä ja ylipäänsä vääriä. Näiden arvelujen mukaan oli maa luotu jo sitä ennen löytyvästä alkuaineesta ja tämä luominen oli tapahtunut joko jumalallisen voiman tai sattumuksen kautta. Tämä alkuaine oli joko vesi (Thales) tai ilma (Anaximenes) tai tuli (Herakleidos), tai seoitus näistä kolmesta. Sen mailman muoto, johon maamme kuuluu, oli useimpain luulon mukaan pyöreä, toisten luulon mukaan muna- — tai kartiomoinen; sitä ympäröi muuri tai kalvo. Maamme taas ympäröi suuri virta (Herodoton mukaan valtameri). Maa oli liikkumaton ja kaikki taiwaankappaleet liikkuiwat sen ympäri kerran vuorokaudessa, idästä länteen. Maa joko riippui outon mailmanpallon keskikohdassa (Anaximander) ja oli 3 kertaa pitempi kuin paksu, tai lepäsi se se toiseen mailmanpuoliskoon tihentyneen ilman päällä (Anaximenes) ja sillä olivat juuret äärettömiin ulottuwaitset (Xenophanes). Maanpinnan pituus arwattiin 37,000—40,000 stadioksi (633—684 suom. pen.).

Wielä Pythagoras (synt. 580 tai 568 ennen Kristusta) wäitti maan litteäksi ja aiwan liikkumattomaksi. Sitä 7 planeetat kiertävät suloiessa sopufoinnussa („sferien harmonia“). Hänen oppilaansa poikkesiwat hänen opistaan, sanoen maan pallonmuotoiseksi ja liikkuwaksi ympäri „keskuswalkeaa“, kiertäen kerran tätä samassa ajassa, kuin se kerran kääntyi akselinsa ympäri. Tätä keskuswalkeaa kiersiwät myös kuu, aurinko ja planeetat (Philolaos). Muutamats taas arweliwat taiwaan, kuun ja auringon sekä kiertotähtein olewan liikkumattomia ja maapallon nopeasti kiertävän akselinsa ympäri.

Sokrates ja Plato kielsiwät maan olewan pallomaisen, jota taas Aristoteles wäitti. Tämä arweli maan ympäri 56 pallonkuorta liikkuwan, toisten itää, toisten länttä kohden.

Näiden harhailujen seasssa wälähtää kuitenkin, odotta-matta kyllä, arweluita, joita wasta 16 vuosifata uskalsi todistaa, silloinki hengen waaralla. Niinpä esim. Aristarkhos

Samos-saaresta (noin 270 e. Kr. f.) väitti maan kiertävän sekä akselinsa ympäri että aurinkoa, soikeanlaisista rataa. Tätä myös Seleukos Seleukiasta väitti (n. 150 e. Kr. f.). Mutta kun näitä väitteitä ei mitenkään voitu todistaa, niin raukesivat ne siihen ja Aristoteleen oppi pääsi valloilleen. Eratosthenes (276—196) arveli maan ympärystän lähes 6,000 maat. p. (250,000 stadiota) ja walmisti maan kartan, jossa jo useita leveys- ja pituusasteita löytyi. Hipparkhos (n. 140 e. Kr. f.), wanhan ajan ensimmäinen tieteellinen tähtientutkija, walmisti pimenemisluettelot, määräsi aurinkovuoden pituuden (365 w. 5 t. 55 m. 12 f.) laski auringon ja kuuu suuruuden, etäisyyden ja kierron, kirjoitti kiintotähtiluettelon sekä huomasi päiväntauspisteiden peräntymisen. Wihdoin Klaudius Ptolemaios (n. 130 j. Kr. f.) kirjassaan *Almagest* esitteli Hipparkhoksen ja omat tutkintonsa ja hänen opinperustuksensa („Ptolemaiolainen järjestelmä“) yli vuosituhaunen arveltiin erehtymättömäksi.

Wanhan (ja keski) ajan oppi mailmanrakennuksesta oli siis seuraawa: pallomuotoinen maa lepää liikkumatonna (ei edes akselinsa ympäri se kierrä) mailman keskellä. Sitä kiertää kymmenkunta kehää samalla keskipisteellä. Ensi kehässä kiertää kuu, kuudessa seuraawassa Merkurius, Venus, Aurinko, Mars, Jupiter, Saturnus, kaikki itää kohden. Kahdeksannessa kehässä owat kiintotähdet. Wiimeinen kehä (*primum mobile*) matkaansaa kaikkien taivaankappaleiden wuorokautisen liikunnan idästä länteen. N. k. Egyptiläinen järjestelmä julisti Merk. ja Ven. kiertävän aurinkoa, joka taas muiden tähtien kanssa kierä maata. Tämän tieteellisen järjestelmän rinnalle käwi toinen, jonka sisältys oli pelkkä taika-uskoinen ja tarfoitti ennustamista tähdistä. Se (*astrologia*) syntyi itämailla. Tämän harjoittajien, *astrologien*, selitysten mukaan kiertäjät hallitsiwat wuorokauden hetkiä. Tunnettujen kiertäjain lukumäärä oli 7, joten arveltiin että se niistä, joka wuorokauden ensi tuntia



hallitsi, myös hallitsi sen kahdeksatta, viidettätoista ja kahdetkolmatta hetkeä. Egyptiläisillä oli Lauantai viikon ensi päivä. Sen ensi tunti oli Saturnukselle pyhitetty (josta engl. nimitys Lauantaista: Saturday), toinen tunti oli Jupiterille, kolmas Mars'ille, neljäs Auringolle, viides Venukselle, kuudes Merkuriukselle, seitsemäs Kuulle ja kahdeksas Saturnukselle; samoin 15 ja 22 tunti. 23 tunti pyhitettiin taas Jupiterille, 24 Mars'ille ja 25 (seuraavan vuorokauden ensi tunti) auringolle (josta nimitykset: dies solis, (auringon päivä) Söndag, Sonntag, Sunnuntai). Maanantain ensi tunti oli pyhitetty kuulle (dies Lunae, Lundi, Måndag), tiistain ensi tunti Mars'ille (dies Martis, Mardi), keskiviikon Merkuriukselle (dies Mercurii, Mercredi), tuorstain Jupiterille (dies Jovis, Jeudi), perjantain ensi tunti Venukselle (dies Veneris, Vendredi) ja lauantai taas Saturnukselle.

Näistä yllämainituista kiertäjistä olivat muutamat onnea ennustavia, toiset onnettomuutta. Niinpä Saturnus oli „suuri onnettomuus“, Mars „pieni l. vähä onnettomuus“, Jupiter oli „suuri onni“, Venus „pieni onni“. Muiden pääkiertäjien merkitys ei ollut näin määrätty ja riippui niiden asemasta vastamainittuihin.

Kopernikus, „tähtitieteen uudistaja“, oli ensimmäinen joka ei ainoastaan väittänyt, vaan myös todisti maan ja muiden planeetan kiertävän aurinkoa. Teos, jossa hän tämän ajatuksen rohkeni lausua, ilmestyi hänen kuolinvuotenaan, 1543. Galilei († 1642) oli ensimmäinen, joka kaukoputkella (keksitty 1608 tai 1609) tarkasteli taivaan ilmiöitä, löysi Jupiterin kuut, huomasi auringon kierron akselinsa ympäri, Venuksen kujeet ja täten esiintoi silminnähtäviä todistusappaleita Kopernikuksen opille. Hänen kaukoputkensa suurensivat 4, 7 ja 30 kertaa vaan. Sittenmin on niiden koneiden suurennusvoima erinomaisen paljo lisäyhtynyt.

— Nyhjajan jättiläiskatsoinkoneet suurentavat jopa 6000 kertaa.

Tanskalainen tähtientutkija Tyko Brahe, joka Swen-

jaarella Rattegatisja tarkasteli taiwaankannen ilmiöitä, koetti sovittaa Kopernikuksen järjestelmää raamatun kanssa, lausuen maan olewan liikkumattoman ja auringon, jota muut planeetat kiertävät, kiertävän maata. Tällä opilla ei tullut olemaan mitään pyyhkäisyä. Saksalainen Juhana Kepler († 1630), joka hyväksyen käytti Tyhon huomioonpanot, oli Kopernikuksen opin etewä puolustaja ja parantaja; hän wäitti kiertäjain ratojen olewan soikeita. (Kopernikus luuli niitä ympyröiksi). Wasta Keplerin kautta on kiertäjain kierto tullut täydelleseen selitetyksi.

Mutta wieläki oli selittämättä, minkätähden kiertäjät ja ylipäänsä taiwaankappaleet liikkuwat. Mainio englantilainen Jsak Newton (s. 1642, f. 1727) selitti että tämä liikunto syntyy painovoimasta, joka waiuttaa kaikilla luonnossa yhdellä tavoin, niin suuresa kuin pienessä.

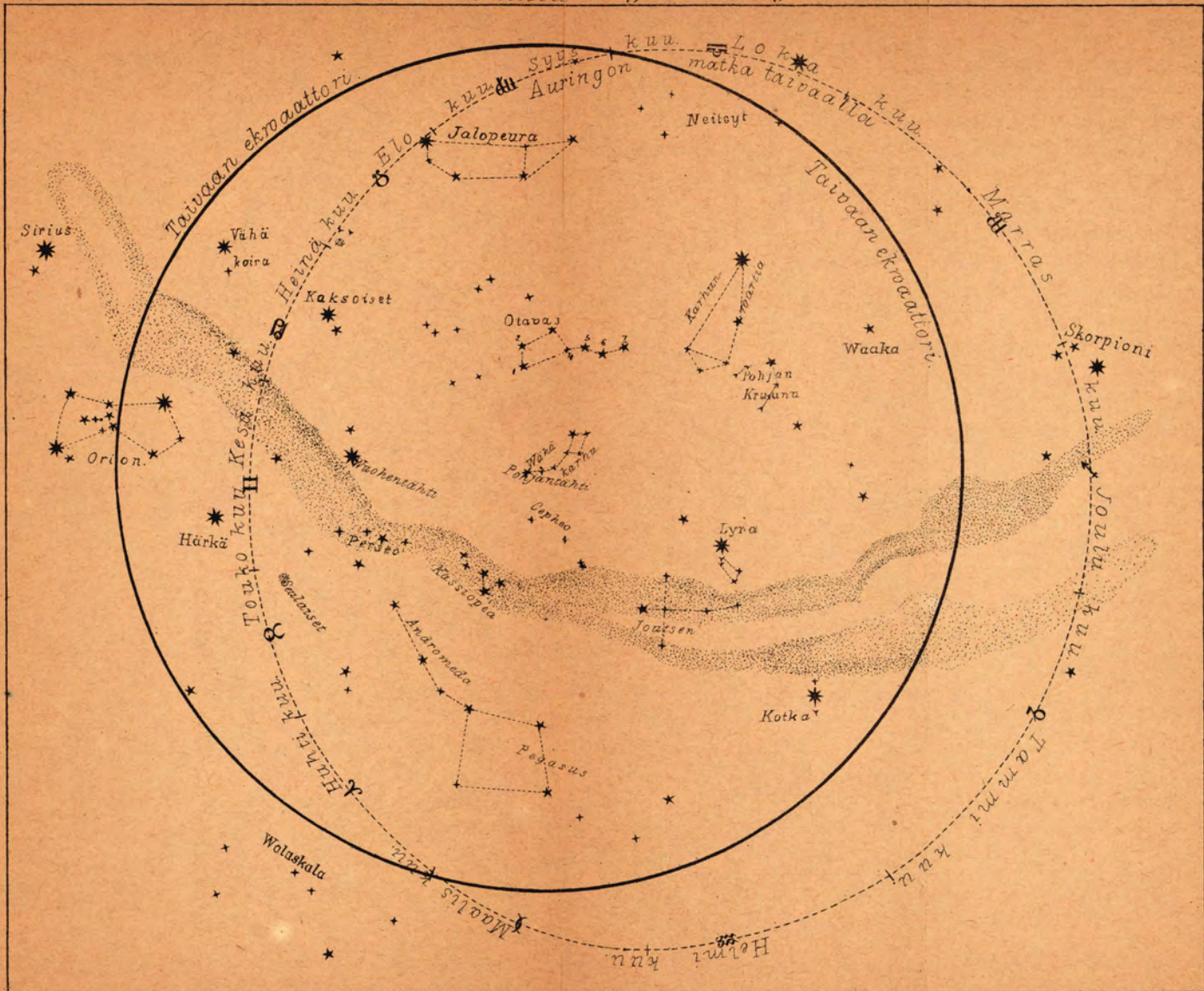
Että Kopernikuksen oppi wielä kauan ilmestymisensä jälkeen sai kokea kowaa wastarintaa, on tunnettu asia. Wielä 1648 kirjoitti eräs Kristoffer Rottuagel, korkeammau matematikan promessori Wittenberg'in yliopistossa: waiikka useimmat myöntävät maan liikkuwan, me kuitenkin, Tyhon (Brahén) ja Ptolemaion kanssa, emme usko sen liikkuwan.

Sittenkun pääpiirteet mailmanrakennuksessa olivat selwille saadut Kopernikuksen, Kepler'in ja Newton'in suuremoisten tutkimusten kautta, ei enää asiantuntijat tällaisia wäitteitä ole tehneet, ja tähtitiede on rientämistään rientänyt eteenpäin. Härettömän awaruuden arwaamattomassa syhyhydesjä huomaa ihmisilmä kaukoputken awulla aina uusia ihmeitä ja etsii niille selityksiä.





Tärkeimmät Suomessa näkyvät tähdet, ja lählistöt.





**Kansanvalistus-seuran** kustannuksella on ilmestynyt kirjakaupassa saatavana seuraavat kirjat:

ihomyyttä ja tutkielmukia kristillisen uskonnon alalla. Kirj. A. F. G. 1 vihko. Hinta 25 p. — 2 vihko. Hinta 30 p. — 3 vihko. Hinta 50 p.

Juntalaisten viimeinen taistelu. Hinta 60 p.

Suomalaisen kirjallisuuden historia. Kirj. J. Krohn. Hinta 1 m.

Juhana Duus. Kirj. E. Ag. Hinta 50 p.

Waldolaisista. Kirj. J. Salowaara. Hinta 50 p.

Luostarikaitoksesta ja munkkilaisuudesta. Kirj. E. Ag. Hinta 75 p.

Uskonpuhdistus Naankassa, lyhyt kertomus sen vaiheista nykyaikoihin asti. Kirj. J. S. P. Hinta 75 p.

Norjajän Raattiusliike, kertomus sen kehityksestä ja siinä noudatetuista periaatteista, kirj. A. A. Granfelt. Hinta 1 m.

Emäntien henkinen vaikutus ympäristöönsä, kirj. Anna Viljus. Hinta 25 p.

Naimiskaupasta. Kirj. E. L. Hinta 25 p.

Alunnot ja kansanelämä Suomessa. Kirj. A. St. Hinta 50 p.

Rikkaudesta. Kirj. J. K. Hinta 25 p.

Meroista Suomessa. Kirj. A. M. Hinta 1 m.

Maattilojen yleiset raastukset. Kirj. A. M. Hinta 75 p.

Asevelvollisuus Suomessa. Kirj. R. Castrén. Hinta 30 p.

Jänmaan puolustuksesta. Kirj. Asee-ton Naamies. Hinta 75 p.

Wänrikki Stoolin tarinat. Kirj. J. L. Runeberg. Suomentos. Hinta 1 m. ja 1 m. 50 p.

Kalewipoeg. Kertonut R. R. Hinta 1 m.

Suomen sota 1808—1809. Kirj. K. F. Siwertén. Hinta 50 p.

Suomalaisia kansansatuja, kuwissa warustaneet A. von Becker, S. Falkman ja A. Reinholm. I vihko. Hinta 60 p. — II vihko. Hinta 1 m.

Elämäni perhe-elämäinen kertomus. Kirj. P. Päivärinta. Hinta 75 p.

Oma tupa, oma lupa. Kirj. J. Pärn. Hinta 75 p.

Taawetti Livingstone. Kirj. B. Lagus. Hinta 1 m.

Taakko Cookin matkat. Kirj. A. F. G. Hinta 75 p.

Nordenfiöldin matkat. Kirj. R. Herzberg. Hinta 2 m.

Kävnti Pompejissta. Kirj. K. F. J. Hinta 60 p.

Katakombit Noomassa. Kirj. E. R. Hinta 50 p.

Guiseppe Garibaldi. Kirj. E. S. P. Hinta 1 m.

Kirjapainosta. Kirj. A. Jalawa. Hinta 60 p.

Raudasta. Kirj. G. Bergroth. Hinta 40 p.

Walosta. Kirj. K. J. G. Hinta 55 p.

Kuuvia kasvikunnasta I. Kirj. J. P. R. Hinta 1 m.

Nuumiin elimestä. Kirj. J. A. P. Hinta 75 p.

Tulivuorista. Kirj. A. St. Hinta 75 p.

James Watt ja höyrytone. Kirj. A. Andersén. Hinta 50 p.

**Maantieteellisiä kuwaelmia:**

Norja 1. Kirj. J. S. Hinta 1 m. 25 p.

Norja 2. Kirj. J. P., warustettu kartalla. Hinta 2 m. 50 p.

Nuotfi 1. Kirj. M-r. Hinta 1 m. 25 p.

Nuotfi 2. Kirj. M-r. Hinta 1 m. 50 p.

Wenäjä 1. Kirj. K. S. Hinta 1 m. 50 p.

Wenäjä 2. Kirj. K. S. Hinta 2 m.

Wenäjä 3. Kirj. J. Päivärinta. Hinta 1 m. 60 p.

Wenäjä 4. Kirj. J. Päivärinta. Hinta 1 m. 25 p.

Tanska. Kirj. E. R. Hinta 1 m. 50 p.

Unkari 1. Kirj. A. Jalawa. Hinta 1 m. 50 p.

Unkari 2. Kirj. A. Jalawa, warustettu kartalla. Hinta 1 m. 75 p.

Ranska, kirj. R. Herzberg (painossa).

**Kansanvalistus-seuran Nuottivarasto:**

1. Setaääntiä lauluja 1. Hinta 25 p.
2. Miesääntiä lauluja 1. Hinta 25 p.
3. Setaääntiä lauluja 2. Hinta 25 p.
4. Miesääntiä lauluja 2. Hinta 25 p.

Forwisoittannon oppikirja, jowittamut A. F. Leander. Hinta 4 m.

Kansanvalistus-seuran Valenteri. Wuosikerrat 1881—86. Hinta vuosikerralla niidotuna 1 m. 50 p. Ujelmat vuosikerrat saadaan myös sivotruinta waatekansiin 2 m:sta.

Abraham Lincoln, kirj. A. W. Grube. Suomentos. Hinta paperikansissa 1 m., waatekansissa 1 m. 50 p.

☞ Suoraan seuralta ostaesja annetaan summakaupassa 25 % hinnan vähennyttä.

**Kansanvalistus-seuran toimisto**

Helsingissä, 27 Mikontabun w., awoinna 10—12 a. p. paitfi kefallä, jolloin kuitenkin kirjalliset tilaukset yhä toimitetaan kuten tavallisesti.

Hinta: 75 penniä.



Näköispainos, Kvs-säätiön Arkisivistyksen digikirjasto

Digitoitu Suomen tiedekustantajien liiton Kopiosto-korvauksista myöntämällä apurahalla.

Alkuperäinen julkaisu:

*Lyhyt selitys mailman rakennuksesta / J. A..*  
(Kansanvalistus-seuran toimituksia ; 51). 1885

J. A. = Bergman, Johan Albert, 1844–1924  
Kansanvalistusseuran toimituksia 51

YKL 52.2

avaruus; planeetat; tähtitiede

ISBN 978-951-9140-92-6

URN:ISBN: 978-951-9140-92-6



Kvs-säätiö (Kansanvalistusseura sr)  
Helsinki 2022