

## TINNGANGUR.

Stjórnufraði sem fræðigrein var til híð Forn-Gríkkjum og Babylonumörnum. En gefað hafa menn löngu fyrr veitt gangi himintungla sérstaka, athygli og reynt að skilja og skýra þeð, er þeir sauðar. Þegar, er memnirnir tóku að lifa á ræktun lands og kvikfjár, urðu hættir þeirra sérstaklega þáðir árstíðum, jafnframt því, að meira skipulag komst á störf þeirra. Varð það þá snemma til hagrædis, er þeir veittu því athygli, að samfara breytingum vetratunner urðu. Æðrar en miklu regulegri breytingar á stöðu himintungla, er betra var að miða við um sáningu o.s.frv. Það auk þess hafa menn óefad lítið á himintunglin sem gudu legar verut, er stjórnutoftiðarfarri og það með uppskeru og allri afkomu manna. Fessar verur varð að dýrka og færa þeim fórnir, virðulegan sess í hugum þjóðflókanna. Hín hefur ordið eitt af stærri umhugsunarrefnum vitrustu manna, er reyndu að skilja og tilka vilja guðanna. Það er því engin tilviljun, að stjórnufraðin verður eitt af hinum fyrstu hugsunarkerfum, sem kölluð eru vísindi, og híja fyrstu menningarþjóðunum, er sagan getur, er hún ordin an fræðigrein, sem stunduð er af sérstakri stétt mama, og þjóðhöfdingjarnir hafa tekið hana í þjónustu heildarinnar.

En híja þessum meiningarþjóðum, og sérstaklega híja Forn-Gríkkjum, er komið nýtt atriði til sögunnar. Stjórnufraðin er nú einnig ordin leið til að opna mörnum sýn inn í alheiminn. Hvernig er hann bessi heimur, sem vér lifum í, með jörd og himintunglum? Hver er lögun hans og stærð? Hverjar eru orsakir hreyfinganna, er ver sjáum á himminum? Hvar er staður hverrar stjórn og jarðarinnar í alheiminum, og hvar stöndum vér í þessum stóra heimi? Er himminn krystallhvelfing yfir flatri jördum, settur sól og stjórnun til að lýsa oss? Getur jördin sokkið í reginhefni, sem lykur um hana á alla vegu? Er heimurinn fullkominn eða ófullkominn? Og hver eru hinstu rókin, hvert var upphafið og hver er tilgangurinn

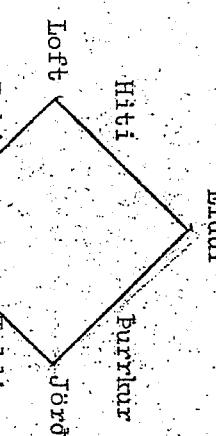
LANDSSÓKASAFN
Jú 200503
ÍSLANDS

med sköpun hans? Þannig spyr madurinn, en svörin fara eftir því hve spuriningarnar eru vel stílaðar. Stundum óráð, stundum skýr. En forvitnin er vökuð. Í fyrstu var það allt hið furðulega, sem fyrir mannum varð, er dró að ser athyglina, og hann reyndi af sílum sjónarlaðum að fá útsýn yfir heiminn. Þegar hann finnur furðulegar talnarareglur eða staðrafraðilegar myndir, reynir hann strax að heimfæra þær upp á eiginleika himintungla. Allt, sem han telur fullkomið, eins og kúlan og hinir platonisku margflötungar eða tónasamhljómar, gefur honum bendingu um hið alfullkomna, himininn.

Samhljómar himinna, knattlögun himinsins og margra himna, og seinna hringlaga brautir reikistjarnanna o.fl. eru meðal hugmynda, sem menn fengu um heiminn af at hugun hlutanna í kring um sig og vegna þess fagurfraðilega döns, sem þeir feldu, að sumt veri fullkomið, annað ófullkomið. Múlan hafði í þeirra augum "fullkomið" form. Annað atriði verður að hafa í hugsa, ef skilja á tilraunir fornþjóðanna til að átta sig á umheiminum, færri augum voru það ekki einungis memirnir, sem voru góðir eða vondir, heldur einnig hlutirnir í kring um þá. Hjá þeim ríkti ást og hatur, ötti og öryggi. Þegar því átti að skipa hlutum niður í eina heild, samstætt kerfi, hlaut grundvöllurinn að verða af óðli tilfimminga. Eldur og vatn eyða hvort óðru, hatast. Hiti og kuldí eru hvor óðrum andstæður. Jörd og loft eru andstæð. Hinsvegar getur vatn og jörd blandast. Óf þeim samruna verður fast vatn, þ.e. ís eða haldi.

#### HÖFUDSKEPNURNAÐR.

Tilraunir Gríkkja til að skilja óðli allra hluta leiddu til þeirrar hugmyndar, að bak við fjölbreytna lægju aðeins fjögur höfuð "ofni". Þau voru eldur, jörd, vatn og loft eða einu nafni höfuðskepnurnar (element). Þeim mátti skipa niður eins og 1, mynd. sýnir. Gagnstætt standa þá þau "efni", sem andhverf og ósamrýmanleg eru hvort óðru, Samliggjandi verða þau, sem samlagast geta og leitt að sér vissa eiginleika. Um samruna vatns og jarðar var ádur getið. Hinr eiginleikarnir eru hiti verður af lofti og eldi, purkur af jörd og eldi og reki af lofti og vatni.



#### 1. mynd.

1. Ægreindum lögum yfir jardheim. En höfuðskepnurnar eru ekki hið upphaflega, heldur hafa þær orðið til úr einskonar sél eða anda, sem fyllir alheiminn.

#### SAMHLJÓMUR HIMINNA.

Þegar samtímis hljóma tvær strengir, sem eru jafngildir og jafnstrengdir, verður samhljómurinn þýður, lætur vel í eyrum, þegar lengdir strengjenna stunda í einföldum hlutföllum, t.d. 1:2, 1:3, 2:3, 3:4. Á sama hátt hugsuðu menn sér, að tölur og tainasambönd stjórnarðu samreini og fullkommuni í alheiminum. Fjarlægðirnar til himna ýmsu himna hlutu að standa í einföldum hlutföllum og af því að leida fullkominn samhljóm himinna. Þessi samhljómur fyltti heiminn, en hann náði ekki eyrum ófullkomina daudlægra manna.

Stærðfræðingum tökst að finna sþegilmund höfuðskepnuna í staðrafraðinni, að því er heir heldu, er þeir fundu fþjóra reglulega margflötunga: Tetraeder, tening, oktaeder og ikosaeder. Teningurinn er samsettur af fjórum ferrningum, og óll horn milli brúna, er saman koma, eru eins, 90°. Eins verður rétt horn milli hlíðarflata. Tetraeder er samsett af fjórum jafnhliða þríhyrrningum, óll horn milli brúna eru eins 60° og eins verður óvalt same hornið milli hverre tvæggja hlíðarflata, er sauðan koma í brún. Oksaedur er á sama hátt gert af átta jafnhliða þríhyrrningum og ikosaeder af 20 jafnhliða þríhyrrningum. Þessa reglulegu eða fullkomnu margflötunge, tildu menn tilsvara höfuðskepnum. Seina fundu menn fimmta reglulega margflötunginn, samsettan úr 12

Pessir eiginleikar eru hver óðrum andstæðir á sama hátt og myndin sýnir. Nitinn kuld- énum, rakinn burkinum. Allir hlutir, er verð þekkjum eru samblund höfuðskepnana. Í andrómloftinu er þannig sér- staklega mikil að höfuðskepnunni loft og í óllu vatni er aðelega höfuðskepnan vatn. En hreinar þekkjum verð ekki höfuðskepnurnar. Í því s.

ständi hvelfast þær í fþjórum aðgreindum lögum yfir jardheim. En höfuðskepnurnar eru ekki samhljómurinn. Þessi reglulega margflötungurinn er ekki samhljómurinn og fullkominn samhljóm himinna. Þessi samhljómur fyltti heiminn, en hann náði ekki eyrum ófullkomina daudlægra manna.

regululegum b-hyrningum, og var hann talinn tilsvare alheimnum. Þetta eru elnu regululegu margflötungarnir, sem hugsanlegir eru, og eru kallaðir Platónskar margflötungarnir.

A svipðan hátt og hér var lyst, þóttust menn sjá

einhver alheimsrök í hinum furðulæga og sérkennilega heimi talnema. Heimurinn var fullur af undursemlögum,

dularfullum samböndum og samræmi. Hugmyndir hinna, ymsu spekinga á fyrstu öldum grískrar meiningar voru all-sundarleitar. En leidirnar, sem beir fóru, rökin, sem beir

beittu, voru jafnan svipuð, heimspekilegs eðlis. En þessi hugmyndaheimur nægi i mörnum þó ekki lengir og medal.

Grikkja koma síðar fram margir andans menn, sem fare allt aðrar leidir. Med nákværi athugun á himnnum finna beir ymsar reglur, lögmal, sem gefa þeim alveg nýjar hugmyndir um heiminn, og áður en grísk meining líður undir lok hafa þeir skapad svo skyra heimsmynd með Gaumgsfilegríi athugun og rökvisum ályktunum, að jafnan síðar befir til þeirra verið jafnað um skarpa hugsun og skyra dómgreind.

Grísk viðindi eru hin fyrstu alvarlegu átök mannsandans, er um getur í sögunni, til að átta sig á hinum dularfulla heimi, er vér lifum í. Þau voru í fyrstu fálmendi og barnaleg frá nútímasjónarmiði, en síðar varð mónum í nörgun tilfellum ljósara en áður samþandið milli orsaka og afleiðinga í ríki náttúrunnar og þá opnastist þeim leið til að skilja betur umheiminn.

#### BYRJUNARATHUGANIR.

##### I. Daglegur gangur sólar og stjarna.

Sólin kemur upp austan við suður, hækkar hægt og hægt unz hún stendur hezt í suðri, kúlmnarar sem kallaðar, lækkar síðan jafnt og þétt og gengur undir vestan sudurs. Ílinu sama tökum við eftir um tunglið og stjórnurnar. Við dagathugunina setjum við á okkur, hvad sólin stóð hátt í suðri, og einnig hvað hún færst langt tið meðan rennur úr stundaglassi. Um kvöldið og nöttina fylgjumst við með þeim stjórnun, sem náið solarhæðinni í suðri, hafa sömu kúlminationshæð, og finnum, að þær fara allar hérumbil jafnlangt bil og sólin hafði gert meðan rennur úr Glasinu. Stjórnun með annari kólminationshæð fara ýmist hægar eða hraðar, og ein stjarna hátt

i norðri, pölstjarnan, virðist nærrí standa kyrr og altarfvera á sama stað, er til hennar sest. Einnfremur kemur í ljós, að því nær sem stjarna er þessari föstu stjórnuna, þá hægar hreyfist hún.

Fliðtegla sjáum við, hvornig í þessu liggar: Yfir okkur hvelfist geysistór kúla, sem stjórnurnar og sólin sitja fastar á, en kílan snýst með jöfnun braða um ás, sem gengur frá okkur, sem eru um í miðri kólumi, til föstu stjórnunnar. Pennan ás kóllum við heimsásinn.

Hininkólan er alsett stjórnun, ekki aðeins sa hluti, er við-sjáum um nóttina, heldur einnig daghinninum. Þa venjulega sjáum við ekki þær stjórnur, sem eru sólarmegin á kúluni vegna dagsbirtunnar. En að hininkólan er einnig alsett stjórnun náhverfis þann stað, er sólin stendur á, með sjá með ýtlu móti: fyrsta lagi við sólrykre, er dagsbirtan dvín. Föðru lagi sjáast stjórnur um hábjartan dag, ef horft er neðan úr djúpun og diumur brunni. Föridja lagi sést þetta, ef fylgst er með stjórnunum í heild. Við athugun þá, hvada staður sé andstætt sólu á hinni, en það er staður, sem er í suðri um miðnættið, er sólin er í norðri. Þessi staður færst til frá nött til nætur og á einu ári nefur hann færzt heilan hring á himnunum, er kominn til sölu stjarnanna og í upphafi. Þetta byðir að sólin færst meðal stjarnanna heilan hring á ári yfir himinkúluna. En hvenær sem var á árinu gátan við séð stirðan hinin í suðri um miðnættið, þ. e. stjórnur eru un alla kúluna.

##### Stjórnunarerkini.

Athugum nú festinguna nánar. Við sjáum skærar og daufar stjórnur, og fjöldinn virðist óteljandi. Þó sjást ekki neð berun augun á allri himinkúluni nema tæper 6000 stjórnur. Þa til glöggvunar eru þyrringar skærre stjarna tengdar seman í stjórnunarerkí og allar stjórnur innan tiltekins svæðis talðar til þess merkis. Þessi merki standa innbyrgðs óhaggaðleg, þar er stjórnurnar sitja fastar á kólumi, þó að merkin færst sem heild við daglegan gang, er kílan snýst. Innan hyres merkis eru stjórnurnar merktar með grískum bokstöfum eftir dvinandi birtu: **α, β, γ, ο, σ, π.** En stafrofið brýtur, eru notaðir tölustafir. Auk þess hafa

margar skærar stjörnur sérstök nöfn. Þeði þessi nöfn og nöfn merkjanne eru aðallega af latneskum uppruna, grískum og arabískum og eru grísku nöfnin tekin úr godafraði, en gríkkir lásu atburði godafraðinnar út úr þeim myndum, skipt niður í 6 flokkar, eða svokallaðar stærðir, eftir birtu. 1. stærðar eru skerustu stjörnur, þa koma 2. stærðar stjörnur 2,5 sinnum daufari en hinar fyrri, og bannig helzt sama birtuhlutfallir milli hverra samliggjandi stærðarflokka.

Færsla sólar á festingunni.

Við daglegan snúning virðist sólin föst, á himinkúlunni, en þegar athugað er í heilt ár sést, að sólin færst til meðal fastastjarnanna, heilan hring á ári, eins og Þóður var sagt. Nú er að athuga, hvada stjörnumerkí sólin fer um á ári hverju. Það má gera bannig. Við setjum á okkur stað pólstjörnumnar og í dag, er sólin kólrínerar, reáum við hornið milli þess stæðar og sólar. Eftir hálfþátt er um miðnætti leggjum við aftur sana hornið frá pólstjörnumni yfir til ægðurs. Þá finnum við stadin, sem sólin stod á fyrir hálfu ári. Með endurteklum rælingum finnur við alla braut sólarinnar. Só braut er kölluð ekliptik, og er hringur yfir þveran himininn, er liggur í Begn um þau tólf stjörnumerkí, sem talin eru upp í rétttri röð í þessum visum.

Hrútur, tarfur, tvíburar.

Teljun þar til krabba og ljón, mey og vog þá vitun þar vorri birtist dreki sjón.

Bognaður, steingeit stande næst stíka vatnsberi og fiskar nær. Svo eru merkin sólar læst f samhendur þessar litlar tveir.

Þessi stjörnumerkí mynda dýrahringinn svokallaða, sem er bannig belti redfræn ríkliptika og á vissum tíma, árs er sólin valt í vissu merki hans. Hún færst á móti daglegri hreyfingu himinkúlunnar, eða frá vestri til austurs. Ef við hugsum oss smuning himinkúlunar stöðv-

aðan einhværn deginn, þegar sólin er á lofti, mundum við næstu mánudína sjá sólina færast hægt og hægt til austurs.

Hélstu stjörnumerkí, sem vert er að glöggva sig á eru þessi:

Björn (Ursa minor), í honum er Pólstjarnan eda Leidarsjarnan. Óriðon, þrjár stjörnur í belti hans heita Fjóskonurnar. Nautsmerki (Taurus), til þess telst Sjöstjarnan. Stóra Hundur (Canis major) með aðalstjörnumni Sírius eða hindastjörnumni. Sírius er bjartasta fastastjarna á öllum himinum. Tvíburar (Gemini). Ökumannamerki (Auriða) aðalstjarnan Kapella, eða Kaupmannastjarnan Harpan (Lyra), aðalstjarnan Vega, eða Blástjarnan. Svanurinn (Cygna), Pegasus. Andromeda. Perseus. Kassiopeja. Ljónsmerkí (Leo). Bootes, aðalstjarna Arktúrus. Tunglið.

Það kemur upp í austri, en er þó ekki fast á festingunni frernir en sólin, heldur færst eins og hún til austurs. Það fer hérumbil eftir sómu brautinni, en 12 sinnur hraðar, bannig að það fer heilan hring á mánudi. Reikistjörnur.

Stjörnur, sýnilegar beruðu augun, eru þekta, er færast til á himinum. Þær heita reikistjörnur og þræða dýrahringinn. Venjulega færast þær til austurs eins og sólin, enn annan slagið leggja þær lykkju á leið sína, en halda síðan áfram sem fyrir.

## II. Hnítakerfin.

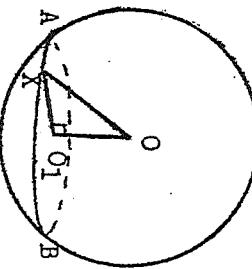
Áður en hegt er að fára sér í nyt þær athuganir, er við höfun gert, eða aðrar nákvæmar, til þess að ákveða þæði tíma og árstíðir, er nauðsynlegt að fá mynda sér ný húgtök.

Um plón og kúlur.

Stærðfreðilegur flötur, sem er án þykktar, heitir plan, ef þeim líma getur fallið ofan í henni í öendanlega nörgum stellingum. Tvö plón skerast í beinni línu, sem heitir kantur eða kjörlur plananna, ella eru þau samsíða. Í plani eru dregnar tvar línar, sem skerast, og í skuruspunkti þeirra reist briðja línen, hornrétt á hinar báðar. Hún heitir lóðlina eða normal.

á planið og er jafnframt hornrétt á allar línum f planinu sem ganga gegnum skurðpunktinn við planið. Í einhverjum punkti á kili tvægja plena eru dregnar lóðlinur á henni, hvor í sínu plani. Hornið milli þessara lína heitir hornið milli plananna.

Fegar kúla er skorin af pleni, verður skurðlinan hringur og gangi planið gegnum miðju kúlunnar, verður radius hringssins, sem þá heitir stórhringur, jafn radius kúlunnar. Aðrir hringar eru smá-hringar. O er kúlumíðjan, AXB skurðlinan. X er, einhver punktur á henni en Oi skurðpunktur normals frá O á planið. Þá kemur fram  $\Delta O_1 OX$  með rétta horninu  $O_1 EF R$  er radius kúlunnar og  $r = O_1 X$  þá fast  $R^2 = r^2 + O_1 O^2$  sem sýnir að r er óbreytt þótt X ferist til á skurðlinnum, þ.e. X liggar á hring með miðju í Oi.



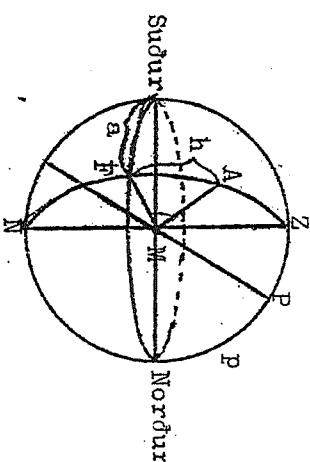
## 2. mynd.

Lóðrétt á eittihvert stórhringplan sker kúluna í tveim pólarskörum. Þeir heita stórhringum, en sjálf skerast þau eftir beinni línu, kilnum. Hornið milli plananna finnst með því að reisa tver lóðlinur á kjölinn í einhverjum punkti, t.d. miðpunkti kúlunnar, hvora í sínu plani. Það heitir þá hornið milli stórhringanna.

Nú stöndum við í miðju himinkúlunnar. Lóðlinan sker kúluna í tveim punktum, hvirfipunkti (zenit) og ilpunktí (nadir). Plan í Gegnum athugunarstæðinn, sem hefir lóðlinuna, að normal heitir lárétt plan, eða horizontoplanið og sker himinkúluna í stórhring, horizont eða sjóndeildarrhing. Zenit og nadir eru pólarsessa. Rings. Norðursudur lína í horizontplanið er ákvæðin af stefnu til súlar er hún er hæst á lofti. Nákvæmara verður þó að take pólstjórnuna, eða öllu heldur þann punkt á hirninum, sem stendur kyrr við daglega hreyfingu (þáttarnan er mjög nálegt honun). Síðan er

hugsad plan, sem gengur í gegnum þann punkt, zenit og augað. Það sker horizontplanið eftir línu, sem heitir norðursudur línen og það sker himinkúluna í stórhring, sem heitir hædegisbaugur eða meridian, en planið meridianplan.

Nú er að segja nákvæmlega til um stað stjórnar á himminum. Það er hugsad plan gegnum augað, zenit og stjórnuna. Það sker himinkúluna í stórhring ZEN, sem heitir vertikahringur stjórnunar. Boгин A-F heitir þa heð stjórnunar = hornið AMF, en boгин SF = hornið SMF heitir azimut eða áttarhorn stjórnunar og segir til um það, hve stjarnan er langt frá suðri. Fegar stjarna kemur upp í sjóndeildarrhinginn í austri, er heðin O. Stjarnan þokast nú nær suðrinu, azimutið minnkar og verður O er stjarnan fer yfir meridianum, en haðin vex, verður mest í meridianum: kulminatið onshæðin. Sbr. 3. mynd.



## 3. mynd.

Pess var áður getið, að himinkúlan snýst um heimsássinn. Skurðpunktar hans og kúlunnar heita pólarskörum himinsins. Þegar kúlun snýst fara stórhringar eftir hringum, sem flæstir eru smáhringar. Einn er þó stórhringur, og hann fæst sýnilega með því að skera kúluna með plani gegnum miðju, þ.e. augað, og lóðrétt á heimsássinn. Himmelpólanir eru þá jafnframt pólar þess hringa.

Pessi hringur heitir miðbaugur eða ekvator himinsins, og planið ekvatorplanið. Þá er lega stjórnar á fastri himinkúlunni miðund við ekvatorinn bannig: í gegnum stjórnuna og heimsássinn er lagt plan. Það sker kúluna í stórhring, sem liggar í gegnum báða pólana og stjórnuna. Þáinn kassum hring frá skurðpunktí til ekvator, með li í miðunum, er fjarlegð stjórn frá

ekvator og kalla stundum deklination, pósitíf, ef stjarnar er norðurpolsmegin við miðbaug, annars negatíf og getur mest orðið 90 gráður. Hringurinn, sem deklinationin er mæld á heitir deklinationshringur stjörnunar. Med deklinationinni einni er þó ekki búið að ákvæða leguna. Velje þarf nállpunkt a ekvator og telja bogann frá honum að súðurnefndum skurdepunkti a ekvator. Sá bogi heitir rektaesion, og er hún talin til austurs, allt upp í 360 gráður. Ef nöllpunkturinn, sem er nefndur vorpunktur, væri fastur, mundu allar fastastjörnur hafa stöðugt sömu deklinationir og rektaesionir.

### III. Gægga sólar og stjarna.

Rektaesion sólar er hinsvegar sýnilega sívaxandi og eykst um nálega 1 gráðu á dag, þar eð sólin fer heilan bring, 360 gráður, á einu ári. Rektaesion tunglins vex um nálega 12 gráður á dag. Um reikistjörnurnar er það að segja, að venjulega vex rektaesionin, þær eru það progressivar, stundum stendur hún í stað um sínn, þær eru það stationærar, eða hún minnkar á tímabili, þær eru retrogradar. Þeí þessi reikandi himintungl fær eftir ekvator, myndi deklinationin alltaf vera náll. En svo er ekki. Braut sólar finnst með því að leggja plan gegnum augad og nállpunktinn á ekvator og láta það hallast 23°27' við ekvator. Stórhringurinn, sem fram kemur, er ekliptik, en hornið 23°27' heitir halli hennar.

Af þessu er ljóst, að á öðrum helmingi ekliptik hefur sólin negativa deklination, að hinum helmingum pósitíva. Nöllpunktur rektaesionar er þannig velinn, að í honum er sólin, eða nákvæmar sólarmiðjan, er hún fer frá negativri upp í pósitíva deklination. Féri sólin ávalt jafnhratt eftir ekliptiku mundi árið skiptast nákvæmlega til helminga, á pósitíva og negativa deklination. Þeí reynar fer sólin örlistið hægar á sumrin en á veturna, og verður pósitívi hlutinn 7 dögum lengri en hinna.

Það er nú ljóst, hvornig hnitakerfin tvø eru notuð. Annarsvegar segir hæð og azimut til um það, hvornig stjarna farist yfir himininn á daglegri göngu. Hinsvegar notum við deklination og rektaesion til að gefa til kynna stadi stjarna á hinna föstu mynd stjörnhiminsins eða til að geta skyrt námar frá því hvernig 361, tóumil og reikistjörnur færists til a þessari mynd.

Af stöðu stjarnanum á festingunni leidir margt um daglega göngur þeirra. Fannig sjáum vér, að ekvator himins er að hálfu leytti ofan við horizontplanið og að hálfu hringinn ofan sjóndeildarrings og hinn tilteinn fyrir nedan hann. Litum hinsvegar á smáringa norðan við miðbaug, en samsíða honum. Af þeim er minni og minni bluti undir horizont, því fjar sem þeir eru miðbaug. Loks kemur einn, er smertir horizont í norðri, en síðan verður hringarnir að öllu leyti ofan horizonts. Þá er ljóst, að stjörnur með pósitívu deklination fare eftir þessum hringum. Sumar gægga, því aldrei undir, eru cirkumpolarar, hjá örðum skipti hringurinn í mislanga dagboga (yfir horizont) og náttboga, og er dagboginn sýnilega ávalt lengri. Sunnan við ekvator snýst þetta við, náttboginn verður lengri.

Litum nú enn á sólinu. Þegar hún hefir negativa deklination verða degarnir styttir en næturnar, það er vetrarstaden. Við pósitíva deklination ófugt. Því var sinnum á ári fer sólin yfir ekvator. Þá verða degarnir og næturnar jafnlöng, það eru jafndagur, að vori og hausti 21. mars og 22. sept. Á þessum tvæim dögum kemur sólin sýnilega upp í háaustrí og gengur undir í hávestri. Í sennini verður þetta þó ekki háráskvænt vegna þess, að andrúmsloftið brytur sólargeislana og færir sólinu nokkuð úr stað, að sjá. Án andrúmsloftis væri það alveg rétt.

Það er sýnilega að veldara að fylgjast med því, hvener sól kemur upp í háaustrí, en að ákvæða, hvener dagur og nött eru jafnlöng. Þetta vær mónum ljóst löngru áður en þeir notuðu hnitakerfin til hægðarauka. Því munu þeir snemma hafa athugað og fylgst með uppkomustað sólar, ekki að eins til að ákvæða jafndagur, heldur einning lengsten og skemstan dag. Til þess benda, meðal annars rústir steinaldarmaðna á Englandi, Frakklandi og víðar. Þigi er við að slík mið hafi jafnverið nákvæmlega tekin. Hitt skipti og mestu máli, að viss uppkomustadur sólar táknið viða árstíð, eða hátið, sáningu o.s.frv.

f Málá í Aðaldal var á söguold meður að nafni

Oddi Helgason, venjulega nefndur Stjörnu-Oddi. Hann athug-  
aði, hvar dagskíman, ekki sólin sjálf, kom upp á sjörn-  
deildarhringnum og tilgreindi þá fyrir allt árið. Þessar  
og bykir merklilegt fyrir nákvænni sakir.

I stað bess að athuga uppkomustað súlar, má einnig  
finna hvener sól gengur best eða legst, en til þess þarf  
auðveldlega finna deklination súlar. Með slíkum mælingum  
í kring um jafndægrin getum við ákvæðið tímamann, þegar sól-  
miðjan hefir deklination  $o, p, h$ . Jafndægrin.

A 4 mynd er sýndur meridi-

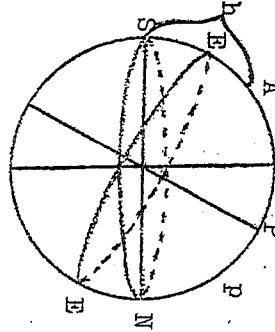
aninn PZN og sólin A að  
kólmínera. I þessari stell-  
ingu stendur svo á, að  $\rightarrow$   
saman falla meridianinn  
og deklinationarhringur  
súlar. Þá er  $\angle SA = \text{kul-}$

minationshæðin  $h$ ,  $EA = \text{de-}$   
klinationin  $d$  og  $h = d + SE$ .  
Til þess að finna SE at-  
hugum við, að  $SZN = 180^\circ$

$= SE + p + 90^\circ$  ( $= EP$ ) eða  
 $SE = 90^\circ - p$ , þar sem  $p$  er  
hæð pólsins yfir horizont

i norðri, en þá er föst  
og mælanleg stard. Íf-  
getum við þá fylgst með breytingum á deklinationinni.

IV. Lengd ársins. Tímatál.  
Arstíðasár eða trópiskt ár er  
tíminn milli tveggja vorjafndagra. Egiptar töldu þá 365  
daga. Þegar þau störf manna, sem tengd eru árstíðun, eru  
árlega miðað við athuganir t.d. á uppkomustað súlar,  
skiptir þá í sjálflu sé engu mali meðal frumstæðra þjóða,  
að lengd ársins sé bekkt með mikilli nákvænni. Í þróðra  
þjóðskipulagi verður hinsvegar augljós nauðsyn þess að  
númera daga ársins og þá hefur fljótlæga komið af sjálflu  
sér að skipta því í tólf mánuði með tilliti til tunglins  
og númera dagana innan hvers mánuðar, eða skipta mánuði



4. mynd.

fyrst í vikur tilsvarandi kvartileskipum tunglins (vika-  
sbr. víxl, p. wechsel) og skíra vikudagana eins og tilde-  
lalist áður hér á landi, t.d. fimmudaginn í 3. viku sum-  
ars. Þessa skiptingu ársins má hafa með ýmsu móti. En hver  
sem skiptingin verður er þá óljákvæmilegt að mida stórt  
og hætíðir manna við viða daga ársins. (Sbr. vinnuhús-  
skildagi, verðfærlok, jölin os.frv.) Setjum svo, að 100.  
dagur ársins sé ákvædimi í sérstöku augnamiði ár hvert.  
og þá sé jafndægradagur við upphaf tímatalsins. Setjum  
árið 365 daga, en gerum ráð fyrir að þá sé 365½ dagur.  
Eftir 4 ár lendir þá jafndæradagur á 101, degi ársins

eftir okkar talningu og á fjögurra ára fresti færist  
hann þannig einn dag aftur. Eftir óld munar 25 dögum, og  
athöfnin, sem fer fram á 100. degi ársins og átti að  
verða um jafndægrur, verður nú 25 dögum fyrir jafndægrur.  
Til leidréttингar á þessu miðaði verður að skrifa 125.  
dag ársins í stað 100. og er augljós sú röskun, er slíkri  
leidréttingu fylgir. Árið verður því að ákvæði með mik-  
illi nákvænni og koma fyrstu skipulagi á tímatalið.

Jul. Cesar let gera slíka skipun í Rómaveldi 45 f.  
Kr. Árið var talid 365½ dagur, því skyldu taldir 365  
dagar í 3 ár samfleytt, en 366 í því fjórða, hlaupáre-  
degí bætt við. En betta reynlist eigi nægilegt, er fram  
tíðu stundir. Lengd ársins er 365,2422 dagar og á 16. óld  
var villan ordin 10 dagar. Þá var fyrir atbeina Gregor-  
iusar þáfa 13. koríð endenlegri skipun á tímatalið árið  
1582. Þegar 365 dagar eru taldir í ári verður á 400 árum  
að bæta við  $400 \times 0,2422 = 96,88$  eða nélega 97 hlaupars.  
dögum í stað 100 eftir tímatali Cæsars. Eftirfarandi  
regla er því notuð. Hlaupár er ef 4 ganga upp í ártalinu,  
þó skal sleppa áldanotaárum, nema þegar 400 ganga upp í  
þeim ártölum. Árið 1900 var því ekki hlaupár, en árið  
2000 verður hlaupár. Skekkja eftir þessu tímatali, ser  
kallað er nýi stífl í mótsætingu við gamla stífl eða  
juliánska tímatalið, verður 1 dagur á yfir 3000 árum.  
Fastrar háttíðis ársins væri að ýmsu leyti eðlileg-  
ast að hafa á viðsum námaðardögum. Þannig er þá með  
Jólin, en páskar eru ákvædnir eftir reglu, sen tekin  
var upp á fyrstu óldun kristnunar. (Kirkjubingið 1  
Nioesa 435). Þ.e. páskar skulu haldnir á 1. sunnudagi  
eftir 1. fullt tungl eftir vorjafndægrur. Þeir verða í

fyrsta lagi 22. mars og ákveðið er, að þeir skuli í síðasta lagi heldni 25. apríl. Aðrar kirkjulegar hætíðir eru fast tengdar þáskom og færast með þeim. Sérstakur fyrsta fumtudag eftir 18. apríl. Síðan eru að gömlum síð talðar vikur vetrar og vikur sumars.

A landnámsöld tölða fslendingar 364 daga á árinu. 960 var skakkiðan því ordin mjög áberandi. Alþingi leiddi þá í lög leiðréttingu Forsteins surts, sumraukann, sem var í því fólginn, að viku var bætt við sjóunda hvart ár. Árið var því eftir sumraukann talið 365 dagar. (Sjá fslendingabók).

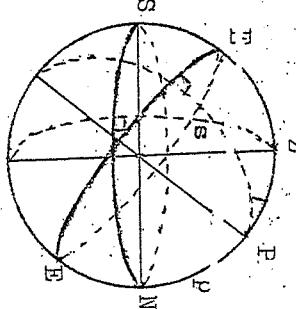
#### Tímareikningur.

Skiptingu sólarhringsins í smærri tímaein- ingar má frambæna með eyktamörkum, stundaglaí eða klukkum, sem geta í eðli sínu verið mjög mismunandi. Klukkurnar verður að bera saman við sólu pannig, að klukkan er 12 þegar sóliniðjan kólmínerar t.d. Síðan telur klukkan tímana yfir sólarhringinn eða lengri tíma eftir nékvænni hennar.

Hininhvelfingin snýst með jöfnum hraða. A milli tveggja eftri kólmínationa fastastjörnu líður alltaf jafnlangur tími. Hann er nefndur stjörnudagur og er skipt í 24 stjörnustundir o.s. frv. Hugsun okkur að sól og fastastjerna kólmíneri samtímis í dag. Er stjarnan kólmínerar á norðun, er sólin ennekkí komin í hásuður, því hún hefur færst lítið eitt til austurs frá stjörnumni. Hún kól- mínerar nokkru á eftir stjörnumni – héruhbil 4 bíntum, og verður sólarhringurinn lengri en stjörnudagur, er því nema. En nú fer sólin ekki með jöfnun hraða til austurs á festingunni, og leidir af því, að sólarhringarnir verða ekki nékvænilega jafnlangir. Sólin sjálf er því ekki heppileg til að nida við eingöngu. Hinsegar er í daglegu lífi ekki heldur hægt að mida við einhverja fastastjörnu, því kólmíneri hún í dag um hædegíð, verður hágangen um niðnætti að hálfu ári liðnu. Auðvitað ná, er hreyfing sólar er þekkt, gera sná leiðréttigar daglega, er klukka er sett eftir sól, þannig að sólarhringurinn verði alltaf jafnlangur. Fetta er raunverulega gert, á sérstak- an og einfaldan hátt.

Hugsum okkur dregna 360 deklinationsbauga með jöfnum millibili. Bilin á milli þeirra á ekvator verda 10 eða hornin milli plana þessara beuga. Í 1. baugnum er fastastjarna og fnynduð sól. Þar eru að kólmínerar, og fellur þá baugurinn saman við meridianinn. Eftir stjörnumdag er stjarnan aftur að kólmínerar, en hugsum okkur að nú hafi fnyndaða sólin færzt yfir á 2. bauginn og sé einhversstaðar á honum. Fangað til hún kólmínerar þarf kluminn að snúast um  $1/360$  úr umferð, og það tekur  $\frac{1}{360}$  eða 4 stjörnumínutur. Enn líður stjörnudagur, og sólin færst yfir á 3. bauginn og kólmínerar 8 stjörnumín. Á eftir stjörnumni. Með slíkri hreyfingu á sólinni er ljóst, að munurinn á sólarhring og stjörnudegi verður alltaf hinn sami, þ.e. sólarhringarnir verða jafnlangir. Lausnir á tímareikningum verður þá þessi; Við hugsun okkur sól, sem hreyfist pannig, að rektaension hennar verx alltaf jafnt og fer heila umferð á himminum á ári. Einfaldast er, að láta hana fara eftir ekvator með jöfnum hraða, þessi hugsaða sól nefnist medalsól, og með því að miða við hana verða allir sólarhringar jafnlangir. Nú er að athuga nánar hvornig tíminn er miðaður við hina fnynduðu sól, sem vitanlega verður ekki athuguð. Þegar munurinn á rektaension tveggja stjarna er 10° sáum við, að 4 stjörnumínutna munur verður á kólmínatíma þeirra. Almennt, ef rektaensionmunurinn er 8° þá verður munur kólmínationstímans  $\frac{1}{360}$  stjörnustundir. Ofugt getum við með því að taka kólmínationstíma sólarinnar og fastastjörnu á stjörnuklukku fundið, hvað rektaension sólar breytist á hverjuin sólarhring árið um kring, og þar sem endurteking verður ár eftir ár, getum við reiknað fyrirfram rektaension sólar fyrir hvørn dag ársins. Á hinn böginn láttum við rektaension fnynduða sólarinnar fara jafnt vaxandi. Við ákveðum, að hún skuli falla saman við samna sól á vorjafndagrum, og þá berkjam við fyrir allt árið muninn á rektaension medalsólar og sannar sólar, og þarfleidandi einnig muninn á kólmínationstíma þeirra, hvorn dag ársins. Þessi tímur heitir tímaþjónudur, og gerum við yfir hann töflu. Nánar tiltekið er tímaþjónudur sá tími, sem þarf að leggja við sannan söltíma til þess að fá meðaltíma. Samanburður á klukku og medalsól verður þá pannig; tökum tímann, er sann sól kólmínerar.

Klukken sýnir t.d. 1145. Af tíma jafnadráttöfluni sjáum við hinsvegar, að meðalsól kólmlínerar 14 mín. síðar. Þá er okkar klukka 1159 en meðalsöltími eða medaltími er þá eftir skýrgreiningu 1200, við verðum því að fleyta klukkunni um 1 mín. til þess, að hún sýni réttan neðaltíma. Nú getur hitzt svo á, að ekki sjái til sólar um hádegið. Má þá gera tímasamamburðin nvenær sen sól sér, og af óðrunu ástæðum fer tímasamamburðin venjulega ekki frá klukkunni og finna í töflun deklination sólar ann á klukkunni og fána í töflun príhyrningsins frá sérstökum sferiskum príhyrnungi.



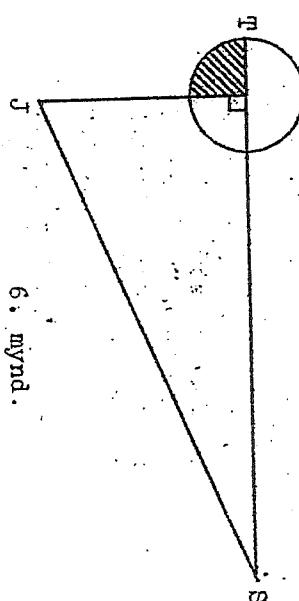
5. mynd.

lómínerar. Þetta horn segir til um saman sóltíma á því augnabliki, er athugunin er gerð, og kallast það tímahorn sólar. Nú er bætt tíma jöfnudi við sónan sól-tíma og er þá belktur réttur meðaltíma athugunáraugnbliksins. (6. mynd)

## V. Heimsmynd Gríkkja.

Kvartilaskipti tunglins drogu vitanlega snemma að sér athygli manna. Þó tillegasta skyringin á þeim var sú, að tunglið væri dinn kúla, sem endurkastaði sólarljósi. En þá var hægt að finna með einfaldri mælingu, hve sólin er miklu lengra í burtu en tunglið. Aristarchos frá Samos (ca 310-230

f. Kr.) sé, að þegar tunglid er nákvæmlega hélt, hlytur hornið milli lífanna jörð-tungli og sól-tungli að vera rétt. Sé hornið milli tungls og sólar meilt á þessu augnabliki, er annað og þar með þrója horn príhyrningsins jörð-sóli, tungli þekkt. Þá bekkið lögum príhyrningsins, eða hlutfallid milli klidanna. Hornið J er 90° og því Greinilegt að sólin er miklu lengra í burtu en tunglið, 19 sinnum lengra eftir mælingu Aristarchosar, sem er þó alltöf liftið. (6. mynd).



6. mynd.

lagð væri mjög mikil, svo mikil, að ef sanctinis væri horft til tunglins fra Abenu og Alexandru, væri stefnumunurinn aðeins örlitill hluti úr gráðu. Þen nú vær það hinsvegar eftirtektarvert, að hæsti sólarginn í Alexandria var 6-7° heari en í Abenu, og á hverjum tíma ársins munadi alltaf þessu sama á kólmlinationshæð sólar á báðum stöðumum. Á sama hátt var sólarginn í Syene, sem er 5000 stedur fyrir sunnan Alexandriu 7½ heari en þar. Þegar sólin komst í Zenit í Syene, var hún 7½ frá zenit í Alexandriu. Þetta gat með engu móti legið í því, að stefnan til sólar væri svona mismunandi á þessum stöðum, þar að sólin var miklu lengra í burtu en tunglið. Stefnur til sólar hlutu að vera svo að segja samsíða, hvæðan sem mið var tekjur frá byggðu boli. Auk þess er munur kólmlinationshædar sé sami, hvort sem er litil á sól, tungli eða stjórnur og er því óþóður fjarlegðinni frá jörðunni. Það er því ljóst að 16ðlinn í Alexandru er ekki samsíða 16ðlinnum í Syene, eða jörðin er ekki fírt á sveðinu milli þessara stóða.

Eina skýringin var sú, að jördin væri bungumynduð.

Eratospenes (ca 276-194 f Kr) sem mælinguna gerði fann þá

$$\frac{360^\circ}{720} = \frac{2\pi}{5000} \text{ stadiur}$$

Nú var eðillegast að gera

ráð fyrir, að jördin væri ekki hluti af kólyufyrborði,

heldur væri hún heil:kóla.

(7. mynd).

Eratospenes bekkti lönd frá súlum Herkúlesar (Gibraltar) til Indlands, og þessa vegalengd frá austri til vesturs áætlaði henni 7800 stadiur, en ummál jardar á þessum

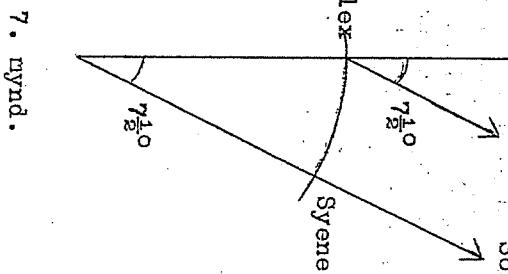
stæð reiknaðist honum

200 000 st. sem er mjög

nærri lagi. Hafið virtist honum viðattumeira en rétt

var, "og ef ekki væri yfir betta ógnarhaf að fara, meðti sigla frá Spáni til Ind-

lands", segir Eratospenes.



7. mynd.

Víð vitum nú á tímum það sem Grikkir vissu ekki, að fara má um alla jördina og ganga úr skugga um að hún hefir enga undirstöðu til að hvíla á. Skjaldbakan, sem sumar bjóðir trúðu að bæri jördina á baki sér, er ekki til, né heldur Atlas; sem átti að bera hana á herðunum. Jördin er hnöttur, sem svífur "í lausu lofti" í miðri himinkúlunni, og hvar sem er á jördunni getum við séð upp til festingarinnar án þess nökkuð skyggi á. Í linsvegar er greinilegt að það er háð staðnum sem við stöndum á, hvæða hluta festingarinnar vér sjáum. Sjónhringurinn er ávalt takmarkaður af plani, sem snertir jördina þar sem verið er. Það af himinum, sem við sjáum, er sá hluti, sem við daglegan sunning kemst upp fyrir það plan. Þetta plan er jafnframt þilan á hverjum stað, horizontalplan staðarsins, því 16ðlinan á hverjum stað stefnir hornrétt á

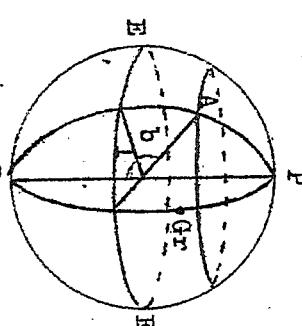
yfirborð jardar.

En nú með eins smá dæminu við og ráða það af. Góngu stjarnanna hvar við erum stöð að jördunni. Fyrst þarf að ákveða hvernig tilgreina skuli staði á jördunni.

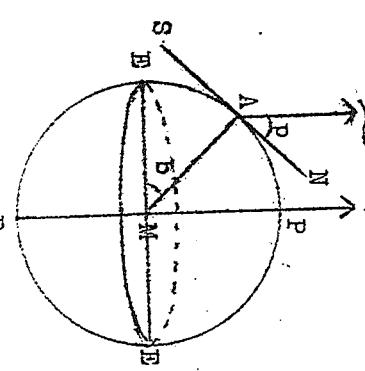
Stadir á jördunni eru þannið ákveðnir: Heimséinn er hugsaður Ganga gegnum jarðmidju (alla stadir á jördunni meðan sker jördina í tveim punktum, þóttu hennar. Stórhringur, sem hefir þessa pôla er lagður um jördina og heitir miðbaugur jardar. Plan hans og ekvatora himins falla þá bersynilega saman. Í gegnum stað á jördunni er

dreginn stórhringur milli pôlanne, hádegisbaugur stadarins. Plan þessa baugs gengur í gegnum pôla himinsins og zénit stadarins og er því sama og meridianplanið, er áður setur. Bauginn á þessum baug frá skurðpunktí við miðbaug að stæðnum heitir breidd stadarins, en börinn á miðbaug milli þessa skurðpunkta og tiltekins nállpunkts heitir lengd stadarins.

Nordurþólli himins



8. mynd.



9. mynd.

Nóllpunkturinn er ákveðinn af hádegisbaugnum gegnum stjörnurnarinn í Greenwich (8. og 9. mynd). Jarðin er klæf in eftir hádegisbaug stadarins A. FE er miðbaugur, SN norður-suður línan, NP samsíða línlur til pôla himins. Hornið EMA er þá breidda stadarins. Hornið P er pôl-

hædin. Af myndinni sést, að  $P = b$  (EM1 heimsáinn og SN1 AW) Breidd stadar á jörðunni finnst því með því að mala pólhæðin. En einnig má finna hana með malingu á kólmíationshæð stjórnar éða sólar. Þó b er sett í stadtími.

Ikingumi ó bls. (14), kólmíationshæðin h mæld, er deklinationin d bekkt, er breiddin audreiknuð. Lítun enn ó 4 mynd. Af henni sést, að stærðna verður að vera hér P en sværar boganum þeða b, ef hún ó að vera cirkumpolar; Á stadt með breiddinni b eru stjórnur cirkumpolar, ef  $90^\circ - d < b$  éða ef deklinationin er stærri en  $90^\circ - b$ . Á sama hátt finnun við deklination stjórnur, sem stendur í sjóndeildarrhring f suðri  $SE = d = ZP = 90^\circ - b$ , b.e.  $+d = 90^\circ - b$  sem er  $d = b + 90^\circ$ .

Allar stjórnur, sem hafa meiri deklination koma upp fyrir sjóndeildarrhring stadarins. Til þess að suðurþóll himins komi upp í sjóndeildarrhringinn þarf sýnilega  $b=0$  þar eð  $d = +90^\circ$ .

#### Lengdarákvörðun og tíminn á jörðunni.

Af því er áður getur er ljóst, að ekki hafa allir staðir á jörðunni sama meridianplan, en öllum meridianplönum er það sameiginlegt að ganga í gegnum póla himinsins (og póla jarðarinnar). Leggjum 24 meridianplón með jöfnu millibili. Bilin verða 15 gráður og ó millistada á tilsvarandi hádegisbaugun verður því 15 gráðu lengdarmur.

Lítum meðalsólinna vera að kólmínera í Greenwich. Meðaltími allra staða á þeim hádegisbaug (með lengdinni 0) er þá 12. Eftir klukkutíma hefir deklinationshringur sólarinnar snúist um  $1/24$  úr hring éða 15 gr. Hann fellur því saman við næsta meridianpláni, og þá er klukkan 12 á þeim hádegisbaug o.s.frv. Af þessu sést, að staðir með 15 gr. lengdarmun hafa 1 klst tímanum. Staðir með 8 gráða lengdarmun hafa  $8/15$  klst. tímanum. Til þess að finna lengdarmun tvæggja staða þarf að bera saran tíma þeirra.

Lengdarákvörðun Reykjavíkur: f Greenwich er nákvæm klukka éða nárgar klukkur settar eftir Greenwich meðaltíma. Síðan eru þer fluttar til Reykjavíkur og bornar saman við klukku, sem sýnir meðaltíma Reykjavíkur. Finsfaldari aðferð: Mjög nákvæm titamerki eru gefin í ótværpi frá þýmsum stöðum daglega, t.d. Greenwich,

Nauen, París, Pan eru borin saman við stadtíma og finnast þá lengdin. Þegar land er kortlagt er nóg að ákvæða lengð og breidd eins staðar. Allir aðrir staðir eru settir á kortið eftir þrýningamælingum.

#### Beltatími, landatími.

Mjög óheppilegt veari, að hver staður innan eins lands hefði sinn eigin tíma. Því hefir jörðunni verið skipt niður í 24 tímabeltti. Staðir allt að  $7\frac{1}{2}^\circ$  til austurs og vesturs frá Greenwich nota Greenwichtíma. Jafnbreitt bælti kringum  $15^\circ$  lengdarbaug til vesturs sé 1 klst. á eftir Greenwich o.s.frv.

En  $22^\circ 50'$  lengdarbaugur sker af Íslandi Reykjanes-skaga vestan Grindavíkur, nær allt Snæfellsnes og hálfan Vestfjarðakjálkann. Landið liggur því í tværum tímabeltum og ætti því að hafa tvænnskonar tíma, en það yrði mjög óhentugt, þegar sami tími notaður um allt land. Klukkan er 12 eftir Íslenzkum meðaltíma, þegar meðalsól kólmínerar við Hornafjörð ( $15^\circ$  vestl. 1.).

Eins er farið að annarsstaðar, lönd hafa einn landstíma, nema þau séu því stærri, t.d. Bandaríkin og Rússland. Þegar setja á klukku eftir meðaltíma, verður fyrst að fára að eins óg áður er lýst: finna hvener meðalsól kólmínerar á staðnum. Það er klukkan 12 eftir staðarmeðaltíma. Til þess að breyta honum í Íslenzkan meðaltíma. Verður að taka lengdarmunin á staðnum og Hornafjörði og umreiða lengdarmunin í tímanum.

#### Mæling Gríkkja á fjarlægð tunglsins.

Það var áður fundið, að tunglið er miklu nærr jörðu en sólin. Nú heldur tunglið sig jafnan nálegt ekliptik éða í henni. Það getur því komist í stefnu sólarinnar og skyggt á hana. Verður þá sélnyrkvi, almyrkvi éða deildarmyrkvi. Á sama hátt getur tunglið staðið andstætt sólu og gengið inn í skugga jarðar. Verður þá tunglmýrkvi.

Eitt sinn varð almyrkvi ó sólu í Abenu en í Alexandriu voru  $11/12$  sólardiometers myrkvaðir. Af þessu reiknuðu Gr. fjarlægð tunglsins. Þoginn Abena-Alexandria á jörðunni er  $6^\circ$  gráður og má skoða henn sem beina línu. Á myndinni er sýnd stefnah til tungl- og sólrandar í Abenu og tilsvartandi stefnufrá Alexandriu. Sólstefnumarár í Abenu og

Til tungl- og sólrandar.

Til tunglrandar.

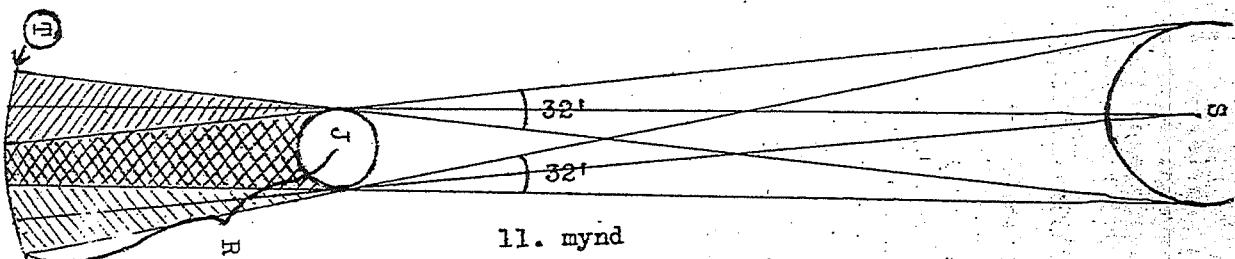
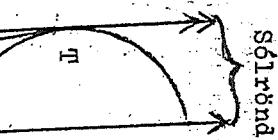
Til sólrandar.

$$v = \frac{1}{15} \cdot 32^\circ$$

Ap

Al

10. mynd.



11. mynd

Alexandrífu eru héruð bil samsíða. Hornid frá Alexandriú milli stefnanna til tunglrandar og sólrandar er þá  $1/12$  af díameter tunglsins eða  $32^\circ \cdot 1/12$ . Þetta er líka hornid sem línan Ap. - Al. sest undir frá tunglsröndinni. Í því sem Al.-Ap.-tungl má mæla Grunnlínuna á Jörðunni og ennfremur lauslega hornið við Al. eða Ap. og má þá reikna hinar hlíðarnar, þ. e. tunglfjarlægð.

(Önnur aðferð Gríkkja byggðist á tunglmýrkvanum. Á ll. mynd er sýnd sólin, jörðin, jardskugginn, bædi al- og hálfskuggi og tunglid á braut sinni vera að fara inn í hálfmýrkvan)

Milli tveggja nýtungla eru taldir  $29\frac{1}{2}$  sólarhringur og tunglbrautin hringur með radius R. Radius jardar er r.

Þá er þvermáli hálfskuggans út við tunglbraut:

$$d = 2r + 2Rtg16^\circ = 2(r + Rtg16^\circ).$$

Þetta gildir ef sjónarhorn jardar frá sól er hverfandi liftið (sóldíameter er samkvæmt Aristarcos 19. sínum stærri en tungldíameter, en hann er eftir ofannefndri fjarlagð tungls  $1/4$  af þvermáli jardar. Sjónarhorn jardar frá sól væri þá um  $6^\circ$  (í reyndinni nær það ekki  $20^\circ$ ) Við tökuum tíann t (í klst), sem tunglid er að fara í gegnum hálfnýrkann. Þá fæst:

$$\frac{t}{d} = \frac{2r\frac{1}{2}}{2\pi R} \cdot 24 \quad \text{eða} \quad \frac{t}{2(r + Rtg16^\circ)} = \frac{27\frac{1}{2}}{2\pi R} \cdot 24$$

Þetta gefur 1. gráðu líkingu í R og r og finnst þá R niðað við r.

Um myrkva.

Braut tunglsins kringum jörðina liggar á plani, sem ballast 5 gráður við ekliptiku. Þessar brautir á himinum skerast í tveimur diametralt andstæðum punktum. Myrkvar geta því adeins orðið, að sól sé nálagt óðrum hvorum þessara skurðpunktum, en það er hún með hálfs árs millibili. Í hverju ári geta myrkvar því adeins orðið á tveimur viðssum árstíðum. Við næmari athugun á göngu tunglsins kemur það hinseregar í ljós, að skurðlíná breygt er plananna, tungls og sólar eru ekki föst heldur snyst hún með jöfnum hrada eftir ekliptik og fer heilan kring á  $\frac{8}{3}$  árum. Myrkvaárstíðirnar eru því breyttilegar.

En hinsvegar verdur í aðaldráttum endurtekning á afstöðu jarðar, tungls og sólar á  $18 \frac{2}{3}$  ára tímabili. Þetta kemur með annars fram í því, að myrkvar endurtaka sig. Þá reglu höfðu Babylóniumenn bęgur fundið og notið hana til þess að segja fyrir um myrkva. Þales frá Miletos notaði regluna til þess að segja fyrir um sólmýrkva 585 f. Kr. eins og frægt er f sögu Gríkkja, því það leiddi til mikil hernaðarlegs sigurs þeirra.

Ganga reikistjarnanna.

Fré formöld eru þekktar 5 reikistjörnur: Merkúr, Venus, Mars, Júpiter, Saturnus. Ósynilegar berum augum eru Úranus, Neptúnus, Plútó og svorhlillud smástírni (asteroidur eða plánetoidur) sem eru yfir 1000 talsins. Hinir synilegu reikistjörnir halda sig ávalt í námunda við ekliptiku. Auk þess eru Merkúr og Venus jafnan í nánd við sól, Merkúr með 230 og Venus með 460 frá sól og gange stöðugt fram og til baka milli yzatu takmarkanna. Þær geta verið ýmist upp á undan sól og sjást fyrir sölur og koma því ýmist upp á undan sól og stjarna. Æðar aðlarupprás sem "morgunstjörnur", eða þær ganga undir eftir sól og sjást þá sem "kvöldstjörnur". Venus getur verið skærasta stjarna himinsins og sést þá um hábjartan dag, en er hún nálgast sól dofnar hún mjög.

Hinir pláneturnar geta verið hvar sem er í dýrahringnum, þótt sól sé á tilteknum stað. Þirtha þeirra eru nokkuð breyttileg, sem bendir til þess, að fjarlægð þeirra frá jörd sé óigið hin sama. Hild serkennilega við brautir þeirra eru lykkjur bær, sem áður getur. Þær verða í hvert skipti, er plánetan stendur gegnstrætt sólu í dýrahringnum. Þá þá sagt, að hún sé í andstæðu (opposition) við sólu. Þoginn eftir ekliptik, milli sólar og planetu, heitir almennt elongation plánetunnar. Það heitir konjunktio er elongation ein níl, og kvadratur, ef hún er  $90^{\circ}$ . Í sambandi við hinir svonefndu innri plánetur, Merkúr og Venus, er talð um afni og neðri konjunktion. Í neðri konjunktion er plánetan nær jördum en sólin og hefur retrograd hreyfingu, í efri konjunktion öfugt.

#### VI. Kerfi Kopernikusar.

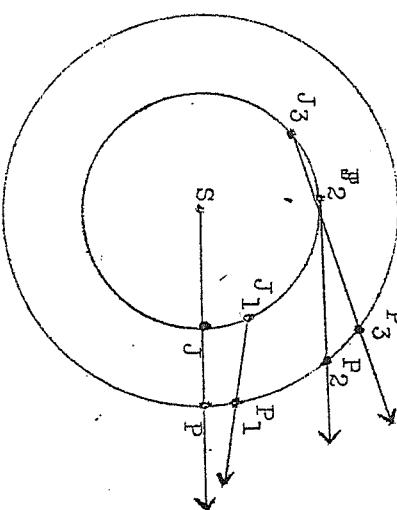
Só mynd af heiminum, sem nú blasir við, er þessi: Jördin er hnöttur og er 12750 km. að þverm.

Kringum hana gengur tunglið í 384 000 km meðalfjarlagt. Miklu fjer er svo sólin, og að líkindum einnig reikistjörnurnar, og virðast þær gengu kringum óskikins jördina. Ýtt er geystistör kúla, sem fastast jörnurnar sitja fastar á, og snyst hín með jöfnum hrada um heimsássinn.

Það má hugsa sér, að tungl og sól gangi í aðalatriðum á hringum kringum jördina. Það öðruvísi horfir um reikistjörnurnar, vegna þess hve gange þeirra er flókin. Gríkkir hugsuðu sér hringa kringum jördina, og eftir þeim gengu miðpunktar smærri hringa epicykla með jöfnum hrada, en eftir þeim aftur reikistjörnurnar, einnig með jöfnum hrada. Hringarnir liggur svo á fullkomlega gagnsæjum krystalshvelum, sem tóku þátt í daglegum sunningi um heimsássinn. Á þennan hátt má fá fram hreyfingar reikistjarnanna í aðalatriðum, þessi heimsmynd er kölluð kerfi (1543), sem í rauninni hafði þó áður í aðaldráttum verið kennit af Pýthagóreingum á  $6^{\circ} - 5^{\circ}$ , öld f. Kr.

Það er gert ráð fyrir að jördin sniðst um ás, heimsássinn, og valdi það daglegum gangi sólar og stjarna. Ennfremur hélt Kopernikus því fram, að sólin stæði kyrr, en jördin og reikistjörnurnar gengju á viðum hringlaga brautum kringum hana. Að því er jördina snertir, er það ljóst, að sólin getur ekki verið í miðju brautarinnar, því sólin sýnist nokkuð misstórr, stærst á vetrum og minnst á sumrum. Á svipuðum ástaðum varð Kopernikus að gera ráð fyrir að miðjur plánetubreygtanna legju utan við sólin. Þessi kennung nætti fullum fjöldskap kabólsku kirkjunnar, sem bannfærði rit Kopernikusar, og stóð það bann fram undir 1840.

Kennin<sup>g</sup>in skyrir í aðaldráttum hreyfingar sólin, jarðbrautin og



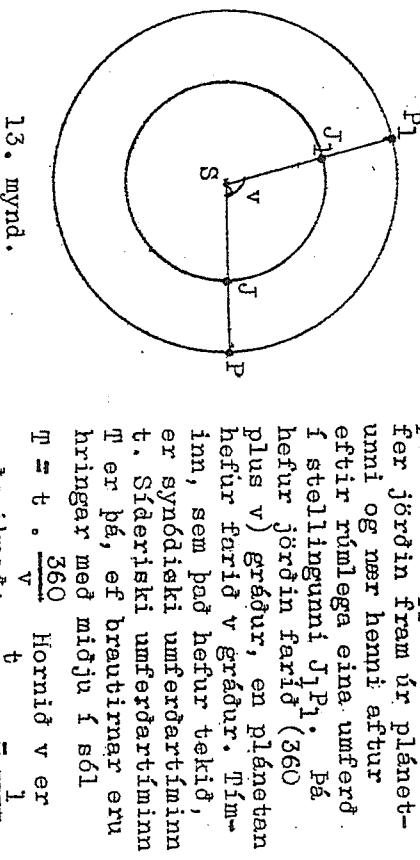
12. mynd.

reikistjarnanna. A 12 mynd er sýnd undir 1840.

ytri plánetubraut, og er plánetan í andstöðu. Eftir nokkurn tíma er jörðin komin til JI og plánetan til Pl. Þinan JP hefur snúið í retrograd stefnu vegna þess, að pláneta hreyfist því hægar, sem hún er fjar-sólu. Eftir nokkurn tíma er stefnan J<sub>P</sub><sup>2</sup> aftur örðin samsíða JP, og plánetan er komin aftur á sinn upphaflega stað, og nú heldur stefnan frá jörð til plánetu áfram að snúast í progressiva stefnu þar til við næstu opposition.

Tíminn milli tveggja oppositiona heitir synodiskur umferðartími plánetu. Tíminn, sem hún er að fara eina umferð á braut sinni, frá einhverjum punkti og í hinn aftur heitir síderiskur umferðartími.

(Fundinn síderiskur umferðartími. Á 13. mynd er plánetta í opposition. Nó



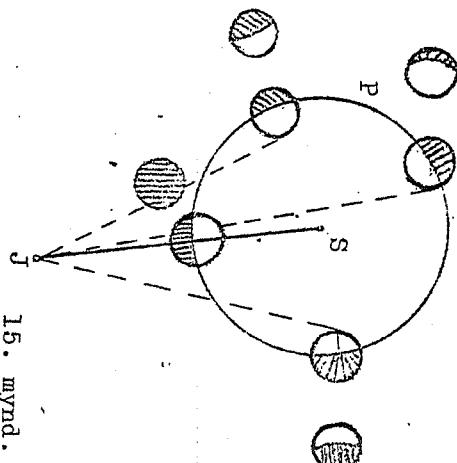
13. mynd.

ef tíminn er reiknaður í árum, b. e. umferðartími

jardar.

Af þessu fæst

$$\frac{t}{T} = \frac{360}{360 + V} = \frac{t}{t+V}$$



14. mynd.

Hlutfallistárd Merkur- Venus- og jardbrautari.

Á 14. mynd

er Venus í mestri elongation: 46 gráður. Línan JV er pá snert-

ill til Venusbrautaré innar og stendur því hornrétt á SV. Þá fæst sin  $46^\circ = r/R$

$\approx 0,72$ . Á sama hátt fæst fyrir Merkur

sin  $23^\circ = \frac{r}{R} = 0,39$

Kvartilaskipti plánetanna.

Á 15. mynd sést inri plánetta

á jömsum stöðum

brautar sinnar. Það

er ljóst af myndinni,

að bjarta hlið plá-

netunnar, sérhliðin,

snýr jömislega við

jörðunni, og því

hljóta að koma fram

kvartilaskipti. Þau

sjást í sjónauka,

með berum augum er

plánetan ávalt ljós-

depill.

Keplerslögmlin. Ýmsir

helztu ví sindamenn,

éðns og Galilei hælludust að kenningum Kopernikusar, bratt fyrir bann kirkjunnar og bratt fyrir jönsa galla, sem á kerfinu voru. Galilei notaði fyrstur manna sjónauka 1610 og gerði með honum ýmsar merkilegar uppgötvanir. Hann sá kvartilaskiptin á Venus, og hann uppgötvaði 4 tungl, sem gengu kringum Jópiter, öll nálega í sama planinu. Þar þóttist hann sjá spiegelmynd af sölkerfinu. Eftir þessa uppgötvin var auðveldara að hugsa瑟 pláneturnar

ganga kringum stóran móðurhrött, sólina. Aðrir, sem ekki  
áðhyllust kennigar kopernikusar, sofnuðu hinsvegar sem

nákvænumstum athugunum á.

göngu plánetanna, og er þar

fremstur í flokki danski

stjarnfræðingurinn Tycho

Brahe, sem var snjallasti

mælingamaður ádur en sjón-

aukans naut við. Athuganir

hans leiddu Jóhannes Kepler

til mikilvægra endurbóta á

kerfi kopernikusar. Sú trú

hafði lodað við frá því á

tínum Gríkkja, að plánetu-

brautirnar hlytu á einhvern

hátt að miðast við hringa.

Eftir áralanga reikninga

komst Lepler hinsvegar að

þeirri niðurstöðu, að

hringbrautir fengju med

engu móti samrýmst mælingum

Tycho Brahes. 16. mynd sýnir sól, 'jörd' og Marz. Eftir

fullan sideriskan umferðartíma er þær kominn í punkt-

inn. Maftur. En þá er jördin ekki í punktinum J heldur

t.d., J'. Þá er kominn fram ferhryningur (SJMJ) til

bess að ákvæða. Þekkir gengið er ót frá vissri jörd-

braut er þekkt í ferhryningum SJMJ hornið JSJ, og

hornin SJM og SJ, sem eru mældar elongationir Marz,

þennig úá koristöðura. Hringbrautina punkt fyrir punkt.

EF gengið er út frá hringlaga jördbraut misjafnlega

excentriski, reyndist hringbrautin aldrei hringur.

Eftir bessari aðferð Leplers má finna fjarlægð allra

reikistjarna miðað við jördbrauterradíus sem einingu.

Kepler fann loks 3 lögmál um brautir plánet-

anna, og eru þau við hann kenni:

1. Brautirnar eru sporbaugar (ellipsur) með

sólinni í öðrum brennipunkti.

2. Radíus vektor, þ.e. línustykið frá sól til

piánetu fer ávalt yfir jafnstórt flatarmál á

Jafnlörgum tímabilum.

3. Hlutfallið milli umferðartíma (siderisks) í

2. veldi og stóráss í 3ja veldi er eins fyrir allar

reikistjörnurnar.

Sá punktur, sem er næst sólu á plánetubraut heitir sól-  
nend (perihelium), fjarsti punkturinn sölfirð (aphelium)

Lögmál Keplers leida í ljós hvornig finna má öll

stærðarhlutföll í sólkerfinu. Af 3ja Lögmélinu leiðir

$$\frac{t_1^2}{a_1^3} = \frac{t_2^2}{a_2^3}$$

þar sem  $t_1$  er umferðartími jördar, sama sem 1 ár, og  $a_1$   
= stóras jördbrautar = 1. Þegar  $t_2$ , umferðartími plánetu  
hefir verið fundinn með athugunum, má reilna a.

Hinsvegar vissi Kepler ekki um lengd jördbrautar-  
stórasins miðað við þekktar vegalengdir (t.d., milur).

En það er ljóst, að se einhvervegalengd innan sólkerfis-  
ins mæld, er haegt að finna allar aðrar eftir 3ja Keplers-

lögmáli. Fjarlægð frá Jörd til asteróðu, sem kemur ná-

lagt. Jördur er haegt að finna með bríhyrningasmælingu, á sama

hátt og fjarlægð til fjallstopps. En vegna bess hve eitt  
hornið í bríhyrningum er lítið, var slik mæling ekki

framkvæmanleg fyrr en sjónaukinn kom til sögunnar. Fjar-

lægðin til sólar reyndist vera 150 milj. km, en óvermáli

ytstu plánetubrautar er um 80 sinnun stærra.

Newton.

Grundvöllurinn undir rannsóknun Leplers og hinna  
grísku stjörnfræðinga var flatarmálsfræðin. Feir sáu  
hvernig haegt var að nota reglur hennar, til þess að finna  
fjarlægðir og fjarlægðarhlutföll í sólkerfinu, og með  
lögmálum Leplers var fengin nækvæm mynd af sólkerfinu,  
reyndar án mælikvarðans. En um sama leyti og Kepler vann  
að reikningum sínum var Galilei að gera tilraunir með  
fall hlutanna og hreyfingalögmál. Upp ír heim Lögmálu  
skóp Newton að freðina, en hon er freðin um það, hvernig  
vissir kraftar valda vissum hreyfingum hlutanna. Newton  
var ljóst að bak við hreyfingar reikistjarnanna hlutu að  
felast einhverjur kraftar, sem ollu þeim. Umst hann að  
þeirri niðurstöðu, að ef addréttaræfl verlaði milli  
hverra tveggja hluta, sem væru í beinu hlutfalli við kvaðrat  
efnismagn hvors hlutar og í öfugu hlutfalli við kvaðrat  
fjarlægðarinnar, mætti syna með reikningi að Leplers-

lögmað eru afleiding bess lögmaðs. Med lögmaði Newtons er fundin leið til bess að reikna nákvæmlega afstöðu hnattanna í sólkerfinu bæði fram í timann og aftur. (Sem demí má nefna það að reikna sól og tunglmýrka þá, er verildarsagan greinir frá, og stórvíðburðir hafa oft verið miðaðir við, og fæst með því nákvæm tímasetning á sognuviðburðum).

Ath. Þja lögmaði Kepfers er ekki fullkomlega rétt.

samkvæmt reikningi Newtons verður það

$$\frac{(M+m)^2}{a^3} = \frac{(M+m_1)^2}{a_1^3}$$

þar sem  $M$ ,  $m$  og  $m_1$  eru marsar sólar og tvæggja plánetu, en  $m$  er æfinlega líf til hluti af  $M$ , svo að skokkjan er mjög líf til.

#### VIII. Eðlisfræði stjarnanna.

Newton sýndi það, að nota má ekki aðeins flatarmálsfræðina heldur eimnið afli fræðina við rannsóknar stjarnanna. Hann lagði með því út á braut, er sigurseal hefir reynzt: að sýna hvernig hreyfingar, bygging og eðli stjarnanna lýtur hinum almennum lögmáluum og reglum eðlisfræðinnar, þ.e. lögmaðum efnisheimsins. Um miðja 19 óldina var svo komið, að hægt var að finna sum efnin á stjörnum, hitann  $\pi$ , og í dag má segja að mæla megi fjarlægðir allt út til fjarlægustu sýnilegra stjörnuboka og vita um eftirasamsetningu, hita og alment eðlisástand stjarnanna. Hinn mikli efnisheimur verður að einni heild, sem lýtur vissum lögmaðum og er rannsakanlegur.

#### IX. Sólkerfi.

Nú plánetur eru bekktar. Þær eru í rétrí röð frá sólu, Merkur, Venus, Jördin, Marz, Júpiter, Saturnus, Úranus og Plútó. Af þeim sjást hinjarðar yztu ekki með berum augum. Þegar fjarlægð Merkurs 0,39, Venusar 0,72, Marz 1,52, Júpíters 5,2 og Plútós um 40. fá bilinu milli Marz og Júpíters liggja brautir smástjarnanna aðallega. Halastjörnur Ganga á mjög aflöngum sporbaugum og er perihelið oft innan við

jardbraut en aphelidið utan við Júpítér (Fjarlægdir plánetanna frá sól fylgja nokkurnveginn vissri reglu, sem kennir er við Bode:  $d = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n$ ,  $n = 0$  fyrir Merkur,  $n = 1$  fyrir Venus,  $n = 1$  fyrir Jörd,  $n = 2$  fyrir Marz,  $n = 3$  gefur  $d = 2,8$ , sem er medalfjarlægð smástjarnanna,  $n = 4$  gefur fjarlægð Júpíters o.s.frv. Meðal annars er það þessi regla, sem bendir til þess, að smástjörnirnir seu brot úr plánetu, sem sprungið hafi).

Plánetubrautirnar liggja allar í plónum, sem hallast mjög lítið við jardbrautarplanið. Það er álit megrar stjörnufraðinga að sólkerfið sé þannig til orðið, að stór sól hafi farið svo nærri vorri sól, að flóðarbylgjurnar rifnuðu frá sólinni og urðu síðar við samdrátt að planetum. Þetta aðtti að hafa gerzt fyrir 2-3000 miljón árum. Vort sólkerfi er hið eins, sem mennt þekkja. Ónnur sólkerfi mundu ekki sjáast í beztu sjónaukum, þótt þau fylgdu næstu fastastjörnum, sem þekktar eru.

#### Sólin.

Sólin er 108 sinnum stærri í þvermáli en jördin. Eftirtektarverðast við yfirbord sólar eru blettir, sem dekkri eru en umhverfið, og kallast sólbilettir. Blettirnir hreyfast til frá austurhönd til vesturrandar sólar með vissum hraða og sést af því að sólin smýst um ás. Endar þessa áss eru kallaðir pólar sólarinnar og ekvator er síðan skyrgreindur á sama hátt og á jördinni. Síningstími sólar er 25 dagar við ekvator en um 32 dagar við pólanu. Sólin er því ekki fastur hnöttir, heldur annadhvort fljótandi eða loftkend. Til þess að fá úr því skorid hvort heldur er, verður að taka tillit til hitans og þess ástands efnanna, sem samrýmist honum. Almennum yfirbordshiti á sólinni er um  $6000^{\circ}$  C. en í blettunum er hamn  $4500^{\circ}$  Ekkert efni helzt fast eða fljótandi við þann hita, og eru því yztu lög sólarinnar loftkeend, glöbandi lofttagundir. Inni í sólinni er þrystingurinn mjög mikill og mætti búast við, að efnin yrðu þá fljótandi. Inni við sölmijju má hins vegar búast við að hitinn sé um 20 milj. stig, og atom efnanna eru þar leyst í sundur, um vökva vefur þá ekki að ráða og verður sólin öll að teljast í óskemnd. Sólbilettir eru eins og sagt var

þar sem ionur og elektronur sogaast inn að miðju með geyslilegum hrada. Sterkt segulsvið myndast því í kring um blettina og út frá þeim þeytast elektrónur frá sólinni,

þegar þessar elektrónur koma í innáunda við Jördina verða þær fyrir áhrifum frá segulsviði hennar og hitta þá ystu loftlöög járdar í tveim beltum kringum segulpólanu. Þar valda þær ionisation og ljósþyrirbrigðum, norðurljósum og suðurljósum í 100 - 500 km hæð. Ennt remur valda þær truflun segulnalar, magnetiskum stormum. Sólblettir eru bundinir við belti er nær 40 gráður út frá ekvator, til hvorar handar. Þeir eru tíðastir á II ára fresti, og fylgja norðurljós og segultruflanir einnig þeiri sveiflu. Sólarljósíð kemur adallega frá tiltölulega punnu Lagi/photosferunni, ljóslaginu. Útan yfir því er fyrst það lag af lofttegundum. Þessar lofttegundir absorbera vissar bylgjulengdir úr sólarljósinu, og verður þá sólspektrið bjartur grunnur með dökku吸收ion. Línum, sem kallaðar eru Fraunhoferlínur. Hvert efni absorberar sérstakar línum, sem eru audið kennandi fyrir það, og bekkið efnið af þeim. Af þessum línum má sjá að öll helztu frumefnin eru til staðar í þessu Lagi sólar. En utar hefur orðið adegreining efnanna og er þar adallega um vetrni, kalcium og helium að rada. Vetrnið setur dökkrudan lit að betta lag, sem kallað kromosferan, litari lagið. Í þessu Lagi verða oft einskor gos og stíga þá raud sky með mikluhradum langt út frá sólu, protuberans. Kromosferan og protuberans sjást vel við almyrkja á sólu en þá sjést einnig hvítt dauff í skin allt að því sólarradius út frá sólröndinni. Betta skin heitir korona sólar og staðar af endurkasti sólarljóssins frá lausum elektrónum, sem svifa í umhverfi sólarinnar.

#### Spektralanalyza(Greining efna eftir litrófi).

Ljós myndast við það að elektrona í atommynd Bohrs fellur inn á innri braut. Ef orkan, sem við það losnar er E, er tíðni ljóssins, sem fram kemur, ákvæðin eftir likingumi

$$V = \frac{E}{h}$$

Vissum elektrónustökkum í atóminu tilsvrarar þannig ljós af vissum bylg ulengdum, eða vissar línum í litrófinu. Hvert atóm hefur því sínar vissu aðkenndi spektral-

línum. Á sama hátt getur elektróna absorberað ljós og flutist út á ytri braut og þarf til þess ljós af sömu bylgjulengd og fram kemur ef elektróna fellur aftur inn á innri brautina. Af þessu leiður að hver lofttegund hefir emissions spektrum - bjartar línum á dökku grunni - og absorptions spektrum, sem er dökkuð línum á ljósun grunni. Það kemur fram er ljós, sem hefir samfellt lit-

róf fer í gegn um lofttegundina. Emissions og absorptionsljósíð af stökkum næstu elektrónu. En nái hafa kraftablutföllin raskast í atóminu, og því raunverulega um nýtt ljúnspektrum atóm að ráða. Við þetta kemur fram alveg nýtt ljúnspektrum

við hverja nýja ionisation breytist spektroldi.

Petta verður að hafa í huga við rannsókn á litrífum sólar og stjarna. Þennin geta verið þar í marginiserðuðu ástandi. Þegar vitad er um hitastig á yfirborði stjörnu með ráða í það í hváða ionisationsástandi eitthvært efni er.

Óg finnist nú línum hins sérstaka ástanda atómsins, eru fengnar miklar upplýsingar um ástand efnisins almennt á yfirborði þeirrar stjörnu.

Vegna þess að hitinn streymir nedan úr sólinni er hún þar heitari en á yfirborði. Með reikningi má álykta hvernig hiti og þrystingur vex inn á við og um leið álykta í hváða ionisationsástandi efni eru. Inni í sólinni eru öll atom margioniserud. Þar er því samsafn af lausum elektrónum, lausum atomkjörnum og kjörnum, sem halda eftir örfaum af elektrónum sínum. Ljósíð sem barna framleidist og absorberast á víxl hefir sömu bylgjulengd og mjúklir Röntgengeneislir.

#### Orka sólar.

Fað varmamagn, sem fellur hornrétt í 1 ferm. á jördinni á hverri min. er kallað sólarkonstant. Hann er um 2 kalofur. Út frá honum má reikna allt það varmamagn, sem sólin geislar út á hverri tímaeiningu. Ef það sto mikil, að kolamagn jafnþung sólinni myndi ekki endast nema í 5000 ár til að framleiða það. Eins og járdfræðin sýnir hefur sólin hinsvegar lifað og lýst, sennilega með því næð óbreyttu ljósmagni í 1-2000 milj. ár. Orkuframleiðsla sólar hlýtur því að vera allt annars eðlis en kolabruni. Engar keniskat efni breyttingar geta.

gefis skýringu á þessari orkuframleiðslu. Skýringarinnar er að leita í breytingi á efni í orku. Sú breyting fer ekki jafnaðarlega fram, en eftur átt sér stað við það ástand efnanna, er ríkir inni í sólinni. Þessi breyting gefur orku, sem nágir sólinni til að lýsa með óbreyttum styrk um miljónir ára fram í tímann.

#### Merkár.

Merkár er að þvermáli  $\frac{2}{5}$  af jörðinni. Hann virðist hafa bundinn snúning um öxul sinn, en svo er það kallað, er plánetu snýr ávallt sömu hlíð að sólu. (Tungl-  
ið hefur bundinn snúning um jörðina). Merkkár hefur ekkert andrúnslóft, og þar eð sólin er þar um 7 í annum sterktari en á jörðinni, verður hitinn gífurlegur sólarmergin, en frostið að sama skapi mikil hinum megin. Merkkár er dum-  
rauð stjarna og stafar það af því að sólarljósið endur-  
kastast frá döknum efnum, söndum, hraunum eða slíku.

Af hæfni plánetanna til þess að endurkasta sólarljós-  
inu má draga ýmsar ályktanir um efnin á þeim. Meðfylegj-  
andi tafla sýnir hve miklum hluta þús efnir endurkasta að  
sólarljósi er fellur hornrétt á flót gerðan úr efnum.  
þetta brot heitir albedo efnisins:

Snjór .....	0,78
Hvítur sandsteinn	0,24
Plægd jörd .....	0,08

Albedo Merkkárs er hin sama og tunglsins, eda 0,07,  
og bendir til dökkrar efna, eins og ádur er sagt. Er yfir-  
borðið semilega svipað og á tunglinu.

#### Andrúnslóft á plánetum.

Þó að steinn, sem lastað er upp í loftið komi ávalt niður aftur, geti hann eigi að síður með neigilegum byrjunarhraða haldið áfram út í geiminn og losnað við jörðina. Til þess að betta geti orðið byrfti byrjunarhraðinn ad vera 11,2 km á sek. ef Gert er ráð fyrir að engin loftmótstada væri. A Venus er tilsvarandi hraði 10,2 km á sek. en á Marz 5 km á sek. Yfirléitt verður þessi hraði að vera þeim mun meiri, sem aðráttarafl-  
ið er sterkara við yfirborð hnattar.

Lofttegundir eru samsettar af lausum ögnum, mólekúlum, sem bjóta aftur og fram með Jeysihraða - um 500 m meðal-  
hraða á sek. við stofuhita. Ómar fara miklu hraðar,

aðrar mun hagar. Það er því ljóst að visst aðráttarafli er nauðsynlegt til þess að varna því að mólekúlin í and-  
rúmslofti hnattar seldrist ekki smámsaman út f geiminn.  
Í samræni við þetta hara litlar og léttar plánetur ekki-  
ert eða lítið andrúnslóft, þær stóru og þungu mikinn og  
þettan lofhjúp.

#### Venus.

Venus er lítið eitt minni en jörðin. Albedo hennar er ex. mjög há 0,59, sem bendir til þess, að plánetan sé hulin skyjahjúpi, enda sest ekkert fast yfirborð á henni og lítið er vitað um öxulsnúning. Um ástandið á hinum fasta yfirborði plánetunnar er svo til ekkert vitað. Evorki súrefni ne vatnsgufa hara fundist í andrúnslóft-  
inu. Út skilyrði fyrir líf verður því það eitt sagt, að hitastigð ætti að vera neigilega hátt.

#### Jörðin.

Jörðin er mjög nálagt því að vera kíkulaga, en er lítið eitt flött til polanna og stafar það að snúningi hennar. Medalþvermál hennar er 13750 km. Meðaleðlisbyngd hennar er 5,5 en edlisbyngd algengustu bergtategunda í jarðskorpuni er um 2,7 og er af því ljóst að þyngri efnir eru fíndan í jörðinni. Þeir talid að hún hafi fljöt-  
andi járn og nikkelkjarna, en þar utan yfir eru bykk lög úr lettari föstum efnum. Innri bygging jarðar er rannsökud með jarðskjálfabylgjum, sem í gegnum hana fara. Jörðin er heit innan, og vex hitinn frá yfirborði um 10 °C. á hverjum 30 - 40 metrum. Óvist er um hitann í jarðmiðju en hann hefur verið áætladur 2-4000 stig.

Pegar slegið er á kalt stálbik brotnar það eins og fastur hlutur. Hinsvegar getur bikid rumnið á löngum tóma og hagar sér þá sem vökví. Á sama hátt eru lög þau, sem jarðskorpan hvíflir á, bæði öskuhörd, en geta þó rumnið á löngum tima. Í samræni við það greinir jarðfreðin frá því, að jarðskorpan hafi hvað eftir annað lagzt í fell-  
ingar á óralöngum tímabilum jarðsögunar, og löndin hafi bæði sigið og risið. Pegar fargi er létt að landi með niðurrifi hállandis rís landið, og begar bykkur jökull leggst á land sígur það eins og hlaðið skip. Löndin geta og færzt nokkuð til hlíðar, en hvort landaflutningar í stórum stífl, eins og flutningar Ameríku frá Evrópu og

Afríku, hafa átt sér stað er vafamál. (Wegener-skæningin)

### Tunglid.

Tunglið er um  $1/4$  af þvermáli jardar og  $1/81$  af byngd hennar. Það er í 60 jardradía eða 384.000 km meðalfjarlagð. Ekkert andrúmsloft er á tunglinu né vatn. Landslag á tunglinu breyttist ekki fyrir ágröft

eda veðrun. Þar skiptast á stórar sílettur, dökkar á lit, og hrikalegir fjalaklasar, ljósari. Af þessu staf- að reða heldur sprængjugi, sem myndast hafa af loftsteinafalli á tunglid. Nokkrir slíkir gígir eru heldir á jördinni, sá þekktasti í Arizona. En þegar borin er saman jörd og tungl í þessu tilliti er þess að gæta, að 6. tunglinu geta elztu gígirnir verið mjög gamrir, en á jördinni mundu eldri gígirnir vera horfnir að völdum niðurriksaflanna. Auk þess er jördinni vörn í andrúms-

loftinu.

Af völdum tungls og sólar myndast flóðþyfljur á jördunni og draga þær hægt og hægt frí mündulsnúningi jardar, b. e. lengja sólarhringinn. Þessi breyting er bō ekki mælanleg. Hinsvegar er ljóst hvort stefnir, að fjarlægri framtíð endar þróunin með því, að umferðartími tungls og snúningstími jardar verða jáfnir. Mánudímir og sólarhringurinn verða há 47 nýverandi sólarhringar. Þá verður tunglid og nokkru fjar jördum og tunglskinið dofnar um helming.

### Marz.

Ytri pláneturnar er auðveldara að athuga en þær innri, þar eð þær komast í andstöðu við sölum. Sérstaklega á það við um Marz, sem er næstur Jörd. Þó er minnsta fjarlagð hans í oposition um 50 milj. km og getur því ekki verið um það að reða að sjá smarri drætti yfirborðsíras, svo sem vegsummerki vitsmunavera, ef til veru. Marz er í þvermál helmingur af jardarþvermáli, og snýst um öxul sinn á svo til sama tíma og jördin. Marzárið er hinsveg ar 687 dager eða tæplega 2 jardár. Mónduhallinn við brautarplanið er hérumbilsá sami og á jördunni (24,5 gráður á móti 23,45 gr.) en af því leidir að árstíða-

skipti á Marz verða med svipudum hætti og á jördunni nema hvad árstíðirnar eru lengri á Mars, og munur sumars og vetrar verður því meiri. Vattn er á Marz og andrúmsloft með súrefni. Það er bō miklu bynra en á jördunni, og mundu jarðarbúar ekki geta lifað við það. Með því er ekki sagt að aðrar lífverur geti ekki briðzt við sílt loft.

A pólum Marz eru hvítir blettir, pólblettir, sem koma og hverfa með árstíðum. Breyting blettanna er hinsvegar svo ör, að ekki er hugsanlegt að um þykkar isbreiður sé að reða heldur stafa blettirnar af skýjabýklum. Albedoin er 0,15, sem bendir til meðaldökkrar bergtengunda. Höf eru ekki bekkt, en hinsvegar eru ýmsir þartar yfirbordssins misdökkrir eftir árstíðum, sem gæti bent til bleytu og burkts til skiptis.

Svipað fyrirbrigði eru hínir svonefndu skurðir, en það eru langar og mjög rákir, sem stundum sýjast í líki, en koma bō ekki fram á ljósmyndaplötu. Sennilega eru skurðirnir væru verk vitsmunavera, en sílt kæmi ekki til mála.

Um líffskilyrði á Marz var áður tekið fram, að vatn og súrefni eru til staðar, og hitinn er ekki miklu lægri en á jördum. Um sumardag á miðlinu getur hitinn verið 100 °C. Vetrarkvöldi á pólum er um ~ 70 °C. Um líf á Marz er hinsvegar ekkiert vitad.

### Aðráttaraflið á yfirborði Marz

er 1/3 af aðráttarafli.

Fvö smáttungu fylgja Marz, mjög náleggt honum, þau snúast bæði í sörx átt og plánetan og hefur það ímra (Phobos) aðeins 7½ stundar umferðartíma, en hitt (Daimos) 30 stunda umferðartíma. Ímyndadur Marzbúi sér því annað tunglið koma upp í austri og færast til vesturs, eins og söl og stjörnur, en hitt kemur upp í vestri og tengur undir í vestri. Þvermál tunglanna frá Marz sed er um 1/3 af voru tungli og gæbir birða þeirra lítið á plánetuna.

### Smástími.

Milli Marzbrautar og Júpiterbrautar gengur fjöldi smáhnatta. Þeir eru óreglulegir í lögun, enda

sennilega brot úr stærri plánetu. Ekkert smástírnuma hefur andrúmsloft og aðráttaraflid á þeim er mjög lítið. Af smástírnunum eru helst Ceres (860 km í þverm.) Pallas og Eros.

### Júpiter.

Júpiter er stærsta plánetan, 11 sinnum stærri í þvermál en jördin og 317 sinnum efnismæri, þó er efnismagnið ekki nema í þúsundasti á móts við sólinu, og er því efnid í sólkerfinu aðallega fólegið í henni. Aðráttaraflid við yfirborð Júpíters er 2,6 sinnum meira en á jörðunni, og runnið maður því teaplega standa þar undir þunga sínum. Það sien sest á Júpiter er skýjaþykni og sér hvergi niður á hið fasta yfirborð. Skyin ráða sért í beltí samríða ekvator plánetunnar, og bykning eru svo stóðug, að niða með við þau og ákvæða óxul-snúninginn. Þr snúningstíminn tæpar 10 stundir, nokkrum lengri við pólanu en ekvator. Af síðara attriðinu er ljóst, að andrúmsloftið blytur að vera mjög bykt lag. Til þess bendir og að nedalediðisþyngd Júpíters er að eins 1,34, sem er langt undir nedalediðisþyngd jardar, 5,5, og sömuleiðis eðlisþyngd algengustu bergrægundanna. Verður að gera ráð fyrir, að Júpiter samanstendi af tiltölulega litlum fösturn kjarna með svipuðum eðl-isbunga og jörðin, og þykki loftlagi utan um. Sólín er 25 sinnum daufari en á jörðunni, neðalhitiinn er því rjög láfur, og lífsskilyrði fríleitt til stöðar. Júpiter hefur 11 tungl. 4 starstu tunnilin sjást í venjulegum kíki, og fann Galilei þau, er fyrstur notaði sjónauka. Þau höfðu talsverða þýðingu fyrir þróun hugmyndanna um sólkerfið, eins og ádur er sagt. Tungl þessi ganga inn í skugga plánetunnar við hverja umferð og myrkast, og vart athugun á þessum myrkum til þess að leida fyrst í ljós, að ljósið hefur ekki óendenlegan hraða. Það fer með 300 000 km hraða á sek. Ljósið fer á rúml. 1 sek. frá jörd til tunglins, á 8 mfn. til sólar, og á 5 stundum og 20 mfn. frá sól til yztu plánetu. Sú vegalengd, sem ljósið fer á síri, er nefnd ljósár, og er notuð sem eining fyrir fjarlægdir fastastjarna. Næsta bekka fastastjarna er í 4,5 ljósárs fjarlægð.

Saturnus, Uranus og Neptúnus eru nokkuð minni en Júpiter, einum tvær hinær síðarnefndu, en að útliti eru þessar 4 plánetur allar svipaðar, huldar þykkum skyjehjóp, og hin lítila eðlisþyngd þeirra (0,69 fyrir Saturnus) bendir til þess, að loftlagið sé mjög djúpt, en kjarnin tiltölulega ístill. Þær hafa allar tungl, Saturnus 10, Uranus 4 og Neptúnus 1 að því er vitað er. Að einu leyti stíngur þó Saturnus mjög í istuf við þessar og aðrar plánetur, því kringum hann er sérkennilegur hrингur. Hann er svo þunnur að hann hverfur frá röndinni sér, en er breiður og marg-samsettur séður frá hið. Hringurinn samanstendur af lausum steinum, stórum og smáum björögum, er ganga hvort á sinni braut um plánetuna, og bykir líklegt að þau séu brot úr sprungnu tungli. Tungl er talid að springi, ef það kemur nær plánetumiðju en 2,5r, þar sem r er radius plánetunnar. Jarðtunglið er í fjarlægðinni 6r, og er því langt utan hættusvæðisins. Óll önnur tungl í sólkerfinu eru einnig utan við hættusvæðið, en Saturnushringurinn innan þess, Pluto er minni en jördin, en um eðlisástand á plánetunnini er ekkert vitað. Hún fannst 1930, en áður var það vitað af truflunum á göngu Neptúnus, að óþekkt sýjarna var utan við hann. Á sama hátt fannst Neptúnus 1846 af truflunum þeim, er hann veldur á braut Uranusar.

Halastjörnur, Loftsteinar og stjörnurhröp. Halastjörnur eru steinahópar, sem genga eftir mjög aflöngum brautum, sem ýmist geta verið lokðar, og eru þó halastjörnurnar hlutar sólkerfisins, eða þær eru opnar í annan endan (parabóla, eða hyperbóla) og hafa þær þá komið utan frá og fara aftur ít ír sólkerfinu. Meðan slíkar steinahópur er langt frá sólu, sest hann einungis sem óljós depill, en er hann nálgast sól, fara að losna ír honum ýmsar lofttegundir fyrir hita sólar. Geislar sólar valda ör-litlum þrystingi á þá hluti, er þeir falla á, en venjulega verður hans þó ekkert varpt. Lofttegundir steina-hópsins láta hinsvegar undan þrystingnum, þar sem aðráttaraflid aðhópnum er lítið, og myndast bannig gufu-strókur ót frá steinunum (kómethausnum) í átt frá sólu, og er það hinn svokallaði hali stjörnunnar. Halastjörnur eru mjög léttar og geta orðið fyrir miklu truflunum frá

plánetunum, en hinsvegar stefar plánetunum lítil lætta af halastjörnum. Ef halastjörnibus rækist á jördina.

mætti búast við allmiklu lófsteinegreign, sem gæti valdið biðni á þéttbýlum stað. Jördin getur hinsvegar farið að skæðlausu í gegnum halastjörnu-hala, enda bótt í honum seu baneitradar Lofttegundir eins og Óyan og kol-sýringur, byr lítið eða ekkert af þeim kemst niður í gegnum andrúmsloft jardar.

Loftsteinar eru sama eðlis og halastjörnur, og ganga ei eftir vissum brautum um sólin, en venjulega bannig, að mesti fjöldi af steinum er dreifður um eina og sömu braut. Jördin sker árlega á göngu sinni slikar brautir, hverja braut á viðum mónaðardegi.

Pessa daga eru mikil stjörnurhröp, en þau istafe af smærsteinum og sandkornum, sem þjóta inn í gufuhvolf jardar, verða glöandi heit vegna núningsins og gufa venju-lega upp löngu áður en þau ná niður til jardar. Ein-staka stór steinn kemst þó í gegnum andrúmsloftið og fellur til jardar sem loftsteinn. Loftsteinar eru aðal-lega af tveim gerðum, annadhvort úr sömu efnun og jard-skorpan eða úr járni og nikkel. Ef talið að þeir seu brot úr sprunginni plánetu, og járnsteinarnir séu úr kjarna hennar.

#### X. Fastastjörnur.

##### Dreifing stjarnanna.

A stjörnubjörnu kvöldi mē sjá daufé lýsandi belti, sem liggar um þveran himininn petta er vetrarbrautin, og myndar hín sem næst stórhring. I sjónauka leysisist þetta skin í sundur í aramgríða af einstökum stjörnum. Vetrarbrautin myndar symmetriplán fastastjarnanna, bannig að fjöldi þeirra, t. d. á hverri fergráðu, minnar er fjar dregerur vetrarbrautinni. Pessidreyfing kemur þó ekki skyrt í ljós, ef eingöngu er litid á hjörtustu stjörnum, en hún verður því meir áberandi; sem daufari stjörnur eru teknar með, og einkum ef miðað er við stjörnur ósynilegar berum augum. Skýringin á þessu fyrirbarri er sýð, að allur stjörnuskarinn myndar eina pyrpingu, af svip-nálegt symmetriplani þyrringarinnar. Pyrpingin er kölluð vetrarbrautarkerfið eða aðeins vetrarbraut.

##### Litur stjarnanna og litróf.

Fastastjörnurnar eru aðallega bláar, hvitar, gular og raudar, og fer liturinn eftir

blitanum á yfirborði þeirra, bannig að bláar stjörnur eru heitaster, en raudar kallastar. Stjörnurnar syna svipað litróf og sólin, nefnilega döldar absorptionslinur í ljós-litarbendi. Þat eru þó ekki alltaf sömu linurnar og f. sólspektrinu, heldur er næst samband á milli linna og litrar stjörnunnar. Gular stjörnur hafa svipad-an hita og sólin og í aðaldráttum sömu litrófslinurnar, sem eru einkum línur ýmsra málma. Í hvítum stjörnum ber mest á vatnsefnislínum og hitinn er 8 - 10 000 gráður C. f. bláum stjörnum er hitinn allt upp í 16 000 gráður C. og línur Heliums eru aðallínurnar. Hiti rauda stjarna er allt niður í 2500 gráður C. og ber þar mikil á línum frumefnasambanda (molekóla). Hins fjöra stjörnulflokka kóllum vér Heliumflökunn, Vetrnislökunn, Sólflokunn og Raudaflokunn. Af lit stjarnanna og litrófi þeirra má draga sömu ályktanir og áður voru dregnar í sambandi við sólin, sem sé, að þær eru loftkemdir glöandi hnöttir, þ.e. sama eðlis og sólin. Þær sýnast hinsvegar eingöngu ljóspunktar vegna fjarlægðarinnar, þó hefur tekið að mala horn-þvermál nokkurra þeirra: Antares 0,04 bogasek. Arktúrus 0,02 sek., Aldebaran 0,02 sek.

##### Hreyfingar fastastjarnanna.

Stjörnurnar breyfast til á festingunni, þótt það sjáist ekki við fljóttlega athugun. Meða árleg færsla stjarna er um 10 bogasek, en í flestum tilfellum er ferslan miklu minni. Á einni mannsævi verður engin breyting séð á stjörnúmerkjunum, en Forngríkki mundi finna breytingar á sumum þeirra, ef hann sei þær í dag. Hann myndi sjá að stjörnurnar hefðu færzt í ýmsar áttir, en ef litir væri á þær sem heild, hefðu þær færzt frá viðum punkti, svonefndum apex í Herkúlesarmerkini áttina til andstæðs punkts á himinum, antiapex. Pessi færsla stafar af því, að sólin fer með 20 km. hrada á sek. með stefnu á apex, og sýnast stjörnurnar því streyma fram hjá í öfuga átt. Þegar fima á eiginhreyfingu hvarrar stjörnu, verður að taka tillit til þessarar hreyfingar sólar. Sé það gert kemur í ljós, að stjörnurnar hreyfast í allar áttir nokkurnvegin jafntwog með svip-

úðum meðalhraða og sölín. Þó kemur það f. ljós ad í stórum dráttum fara stjörnurnar í straumum, og má líkja hreyfingum herra við hreyfingar smádyra, í sjó þar sem hvart dýr fer sinna feda, en heildin bersi þó með sama straum. (Færslu stjörnu á himinnum staðar af þeim komponenti hraðans, sem stendur hornrétt á sjónlinu (visionsradius). Til þess að finna þann hraða í lengdareiningu þarf fjarlegð stjörnunar að vera þekkt. Hraðakomponentinn, sem fellur í sjónlinu, radialhraðann, er hinsvegar hægt að meða beint í kilómetrum að sek. samkvæmt Doppler principi, án þess að fjarlægðin sé þekkt. Með því að meða.

Fjarlægdir stjarnanna. Séu stefnur tekmar til fastarstjörnu frá tveimur stöðum á jörðunni, verður ekki annað fundið en að þær séu samsíða. Séu hinsvegar stefnur teknar með margra óra millibili, hefur verið tekin stefna frá tveimur mjög fjarlægum punktum í römu, vegna færslu ólkertisins, og nú kemur f. ljós að stefnurnar eru ekki samsíða og stjarnan þri ekki í óendaanlegrum fjarlægðum. Af stefnumuninum og færslu jardar á timabilinu er fjarlægðin fundin. Næsta þekkt fastastjarna er í 4,3 ljósára fjarlægð eins og áður getur, en það jafngildir 200 000 jardbrautarrádum. (Eftir þessari aðferð má reikna fjarlægðir upp í ca. 300 ljósára. Aðrar aðferðir, er seinna, verður getið, eru notaðar við meiri fjarlægðir) Meðalfjarlægðir milli stjarnanna eru svipadar þessu eða þó meiri og er að því ljóst, hve efnið er geyzilega þunnkipað í himingeimnum.

#### Absolut ljósmagn.

Birta ljósgjafa dvín með kvadrati fjarlegðarinnar. Þegar því fjarlægð stjörnu er fundin svo og sýnilegt ljósmagn hennar má auðveldilega reikna ella ljósorkuna, sem stjarnan gefur frá sér. A sama hátt má finna hver birta stjörnumann væri, varí hún sett. Í tiltekna fjarlægð frá jörðu. Birta stjarnanna er nú umreiknuð á þá fjarlægð, þar sem sólin mundi vera stjarna af fimmstu ósteð. Hinar fundnu stærðir heita absolut stærð stjarnanna og gefa til kynna hlutfallslegt absolut ljósmagn

þeirra (hver stjarna jafngildir morgum kertum) Ljósmagn stjarnanna er mjög mismunandi, í solfloknum er það svipað og fyrir sólin, en vetrnis- og heliumstjörnur eru um 100 sinnum bjartari. Raudar stjörnur skiptast hinsvegar í 2 flokkar og eru í öðrum um og yfir 100 sinnum bjartari en sólin, en f hinum er birtan 1/100-1/10 000 af sólinni. Fyrri flokknum eru risastjörnur og í hinum dvergstjörnur.

#### Pvermál stjarnanna.

Nú hafa hinsvegar raudir risar og þverger sama yfirborðshita, eins og áður var sagt, og leidir af því, að hver flataseining yfirborðsins sendir út jafnmikið ljósmagn. Yfirborð éda pvermál risastjarnanna er þess vegna mjög miklu stærra en dvergstjarnanna. Sumar risastjörnur eru 2-400 sinnum stærri í pvermál en sólin, en dvergar eru hinsvegar um 1/10 pvermál sólar, þ. e. á stærð við Júpiter, og sumir eru þá minni.

#### Þróun stjarnanna.

Álitid er að risastjörnur dragist saman hægt og hægt og hittni við það. Stíga þer þá upp í gegnum stjørnuflokkana, fyrst í skelflokk, þá í vetrnisflokk og loks í Heliumflokk. En er því stigi er næð fer ítgeislun að verða órari en svarar orkuframleidslunni, og byrjar þá stjarnan að kólna. Þer hún nú niður í gegnum flokkana aftur, en með minnkandi ljósmagni og verður loks rauð dvergstjarna. Sólin er ljósdauð stjarna í sinum flokki og eftir því er hún kólnandi stjarna, en björtustu stjörnurnar í floknum eru á uppleid gegnum í gegnum flokkinn, fara hitnandi. Þessi þróun er þó svo hægfara, að hún er á engan hátt mælanleg og er hreint sætlunarartriði. Hér verður að geta sérstaks flokks stjarna, sem stinga mjög í stúf við hina almennu reglu, þannig að þær eru yfirborðsheitari en sólin, en þó allra danfustu og ljósminnstu stjörnur, sem þekktar eru. Þær eru kallaðar hvítar dvergstjörnur og eru alfrælega litlar. Þóllispungi þeirra er hinsvegar 50 - 100 000 og telja margir, að þær séu hér eiginlega lokastig stjørnubróunarinnar.

#### Tvistjörnur.

Margar stjörnur, er sýnast einfaldar berum augum leyast upp í tvær í sjónauka. Þannig getur staðið

og minni stjörnur um hvor hína og er þá um margefælt. kerfis. Slikar stjörnur heita tvistjörnur. Stundum ganga eru svo fjarlægar oss eða stande svo nálegt hvor annari, að þær verða ekki greindar. Í sundur í sterkustu sjóni aukum, en liggi brautarplenið þá í ógnum jördina, gange þessar stjörnur hvor fyrir aðra til skiptis; og sjáum við þá einfaldar stjörnur með breytilegu ljós- megni. Mikill fjöldi tvistjarna er þekktur og befur það mikla bydingu eða rannsaka brautir beirra, því sann hásti má finna þunga stjarnna. Að þennan hást hefur komið f 176, að þunga er svipadur fyrir alle stjörnur flokka, þannig að stjörnur, sem eru meira en 10 sinnum byngri, eða lættari en 1/10 af sölu eru mjög sjeldgæfir. Þó fylgir þunga vissri reglu, þannig að risastjörnur eru þynistar og dvergar lættastir, og lættast stjörnurnar við það sem sem áður var sagt um sólinu, að ótgeislunin verður á kostneð efnisins, ennið smáeyðist og breytist f ljós.

#### Breytilegar stjörnur.

Sumar stjörnur hafa breytilegt eða flökandi ljósmagn án þess að um tvistirni sé að ræða. Staðar þe ljosbreyingin af breytingum, sem fram eru að fara á stjörnunni sjalfri. Berkastar breytilegar stjörnur eru Delta, Cephei stjörnur eða cepheidur. Íjá þeim sveiflast ljósmagnið alveg regulega, hvern stjarna hefur sínna ékvæðu tímni. Hild eftirtektarverða er nú, að sveiflumagni hærrar stjörnu er lögmlsbundið hæður absoluð í ljósmagni hennar. Fyldingi bessa lögmls má gera, sér ljósa með einföldu dæmi. Ísnum okkur að 100 kertu ljósi, eru sé, komið fyrir í ýmsum fjarlagdum frá athugianda. Meði hann alltaf þirtu þerunum getur hann reiknað fjarlagðirnar samkvæmt lögmlinu um það, að birtan dvin með kvadrati fjarlægarinnar. Á sama hásti má at tíðni cepheidunnar fyrst finna ljósmagni hennar og síðan af hinu

sýntilega ljósmagni reikna fjarlagðina. Cepheidur hafa fundist í fjarlagustu stjörnuhópum og svonefndum stjörnum, og er þá ljóst, að finns með fjarlegð þessar stjörnubyrginge.

#### Nætnini.

Nætnini eru þær stjörnur kallaðar, sem birtast ekur síðan að dvinna hegt og hegt, og eftir nokkrar mánuði eða ár eru þær horfnar aftur, eða orðnar mjög deufar. Pessi ljósmagnsaukning stafer af sprengingu, sem orðið hefur í stjörnunni. Likur bende til að slike sprengingar, sem oft stjórnunni, sú spor í þrun stjarnanna, og verði þær að hvítum dvergstjörnum við sprenginguna, þ.e. stjörnum með seysinkilli eðlisþyngd. Yrði slík sprenging í sólinni mundi jarlifid gjörveyðast. Næstu þarf þó að ótað þann Surtarloða á næstu milljón árum og af hinni óslitnu þrun lifsins á jörðunni verður að ætla að slík sprenging hafi ekki orðið að undanþengnum 500 milljónum árum.

#### Stjörnubokur.

Pess hefur áður verið settið að stjörnurnar mynduðu þyrpingu, að vísu mjög þunnspáda, líka brenni- gleri í laginu. Pessi þyrping sameinistendur af: Einstökum stjörnum stjörnum og tvistjörnum eða margföldum stjörnum og stjörnuhópum. Þru þeir af tvæm gerðum. 1. Gisnið stjörnuhópar, sem er óregluleg hvirfini stjarna, seta allar hreyfast í sömu átt. Sjöstjarnan, Neutsjörnurnar eða Hyððurnar og Stóri Björn eru slíkir hópar. 2. Kóluhópar, en það eru kóluлага þyrpingar með um 100 000 stjörnum hver. Þa eru og vífða lýsandi sky i vetrarbrautinni, en það er steinassafn eða ryk, sem endurkastar ljósi einhverrar stjörnu. Samskonar sky, sem ekki eru f nán við neina bjarta stjörnu og eru því dimm, skyggja víða á fjarlægari stjörnur og verður þær því áberandi stjörnufær blettur á himminum. Auk þessa eru þekktar sveiplage bokur og í sterkustu sjónaukum leysast þær upp í einstakar stjörnur, a.m.k. til jaðranna. Meðal stjarnanna eru cepheidur, og er fjarlægðin þá reiknað leg eins og áður settur. Þá finnst, að sveipbokurnar eru langt fyrir utan vetrarbrautina. Þær eru af sömu stærð og vetrarbrautin, þ.e. samskomar, sjálfsteð kerfi.

Fjöldi sveipbokum má heite öteljandi. Telja verður að sveipbokum sé dreift um alheiminn, og sé meðalfjarlægðin á milli þeirra nokkrar milljónir ljósára. Vetrarbrautin er ein af þessum sveipbokum. Fjarlægstu sveipbokur, sem sjást f sterkasta sjónauka, eru í 150 - 200 milljón 1jósára fjarlægð. Það sem verð sáum af alheiminnum liggur því innan kólulaga svæðis með miðju í vetrarbrautinnti. Mundu vafalaust sjást enn fjarlægari sveipbokur.

(Hjá sveipbokum kemur fram það merkilega fyrirbrigði, að spektrallínurnar eru því meir færðar til rauda endans sem þokurnar eru fjarlægari. Þetta er venjulega tólkad samkvæmt Doppler setningumi þannig að þokurnar fjarlægist og sýnir hraðar sem þær eru fjar, og sé al-

## L A N D M A L I N G

Pegar liftið landsvæði skal mælt má líta svo á að s jávarflötur eða yfirbord jardkólunar sé plán.

Afstæða punkta í þeim fleti er fundin með þrhyningamælingum svo og heð þeirra yfir sjávarflót. Horn óll eru mæld með áhaldi sem nefnist theodolit. Hlutar bess eru 1. Lárettur gráðuhringur, sem festur er á þrhyningamæli. Kíki með þræðakrossi má snúa um miðju hringsins og mæla þannig azimutnum tvægja stefna. h. e. horn í visum þrhyning. Kíkinum má ennfremur snúa um lárettan. A og lesa stöðu hans á lödréttum gráðuboga. Lárett stelling kíkisins sést á hallamáli, sem á hann er fest. Lödréttu stelling er öruggara að ákveda, en það er gert með því að horfa niður í kvikasilfur. Í lödrétti stellingu kíkisins fellur saman þræðakrossinn og mynd hans í kvikasilfrinu.

Landmæling fer nú þannig fram að fyrst er mæld lárett grunnilina þar sem vel hagar til, og er lega hennar í rétthyrndu hnitakerfi ákvæðin. Endapunktar hennar A og B og ofanvarp vörðunarð á náleigu fjalli mynda þrhyning sem öll hornin eru mæld í á láretta boga theodolitsins. Það eru reiknadir koordinater C. Þannig er hver nýr punktur tengdur við aður fundna punkta og allt landið þekkt þrhyninganeti.

Við fyrstu yfirferð eru hlíðar þrhyninganna valdar stórar 30 - 60 km. Höfuðpunktarnir, sem þannig finnast heita þrhyningsemalistadrí, og við síðari yfirferð og hina eiginlegu kortteikningu eru aðrir stadir miðaðir við þá ymist með smærri þrhyningum eða þegar um minni fjarlægdir er að ræða, eru tekin mið og fjarlægdir mældar beint með notkun mælistanga.

Við mælingu á hæðarmun tvægja stæða verður að taka tillit til kólulögunar jarðar og ljósbrotsins í loftinu AB<sub>1</sub> er lárétt lína á staðnum A. Hæðahornið punktsins B frá A er þá BAB<sub>1</sub>. Ef R er radfus jarðar og O jarðmiðja fæst

$$\frac{\cos \alpha}{R+h_1} \quad \text{eða} \quad R + B_1 B_2 = \frac{1}{\cos \alpha}$$

hlyjtur ávallt að vera mjög lítið horn og má þá setja  
 $\cos \alpha = 1 - 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} = 1 - \frac{\alpha^2}{2}$  Þá fæst

$$\begin{aligned} R + B_1 B_2 &= (R + h_1) \frac{1 - \cos^2 \alpha}{2} \\ B_1 B_2 &= (R + h_1) \left(1 + \frac{\alpha^2}{2}\right) \approx R + h_1 + \frac{R \alpha^2}{2} \text{ eða } B_1 B_2 \approx h_1 + R \cdot \frac{\alpha^2}{2} = \end{aligned}$$

$$h_1 + \frac{R}{2} \cdot \sin^2 \alpha = h_1 + \frac{R}{2} \cdot \frac{x^2}{R^2}$$

$$B_1 B_2 = h_1 + \frac{x^2}{2R} \quad \text{ef } x \text{ er lárétt}$$

fjarlægð A og B; Skekkjur í þessum reikningi eru afinlega mjög litlar.

Næst er að finna BB<sub>1</sub>

$$BB_1 = \frac{B_1 B_3}{\cos(\alpha + \beta)} \quad \text{Par sem}$$

$$B_1 B_3 \perp AB \text{ en } B_1 B_3 + AB_1 \sin \beta$$

$$\text{og } \text{því } BB_1 + AB_1 = \frac{\sin \beta}{\cos(\alpha + \beta)}$$

Venjulegast munar svo lítið um  $\alpha$  í hefnaranum að því má sleppa, og setja  $BB_1 = AB_1 \cdot \tan \beta$



17. mynd.

$$\text{Þá er } h_2 = h_1 + \frac{x^2}{2R} + AB_1 \tan \beta$$

Vegna ljósbrotsins í andrúmsloftinu fer geislinn milli A og B ekki eftir beinni línu heldur boglinnunni BCA hér mælda horn er því stærra en  $\beta$ . Munurinn er í beinu hlutfalli við AB<sub>1</sub> fyrir vegalengdir undir ca. 30 km og má setja hann 1° fyrir hverja 260 m.

Gráðumaling.

Þess var áður getið að Eratoshenes teldi jörðina kúlulaga. Nákvæmari mælingar sýna þó að svo er ekki. Það sem Eratoshenes gerdi var ekki annað en mæla

lengd gráðuboga á viðsum stað á jörðuni. Sé hinsvégarn mæld lengd gráðunnar eða réttara sagt fjarlægð tvæggja staða á sama hádegisbaug með 10° breiddarmun - þeð við miðbaug og í nán við pólana. Jörðin er ellipsoidur, er krappari við miðbaug en pólana. Jörðin er ellipsoidur, sem fæst með því að láta ellipsu snúast 180° um litla ásinn. Ásar þessarar ellipsu eru a = 6378 km og b = 6357 km. og útfletning jarðar  $\frac{a+b}{a} = \frac{1}{300}$

Við flestan reikning má gera ráð fyrir að jörðin sé kóla með  $2R = 12750$  km.

Lengd gráðuboganna er mæld þannig. AD<sub>1</sub> er meridianinn f. A. D<sub>1</sub> er ofanvarp D á þann meridian. Breiddarmunur A og D er mældur í gráðum (pólhæðarmunur) BC er mæld grunnlinna og nú er lagt bríhyrninganet milli A og D og finnst þá AD<sub>1</sub> í lengdarmali.

$$\text{AD}_1 \text{ er þá lengd gráðunnar, eða ef } R \text{ er radius bungunnar } R = \frac{\text{AD}_1}{\pi} \cdot \frac{180}{g}$$

18. mynd.

Kortprojektion.

Par sem jörðin er ellipsoid er ekki hægt að teikna réttu mynd af stærri hlutum hennar á slétt blað. Við kortagerð er myndin ávalt skekkt eftir viðsum reglum. Sém dæmi má nefra:

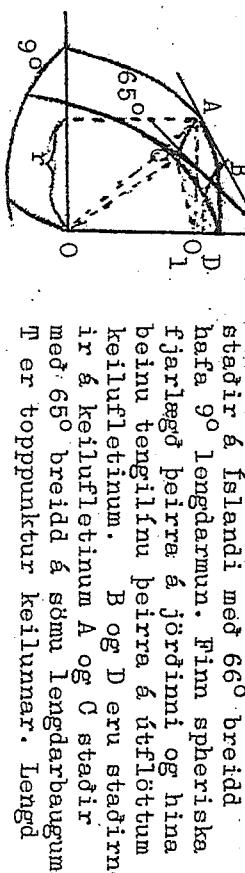
1. Mercaturprojektion.

Cylinder er lagður um jörðina og snertir hana eftir ekvator, en jardás og sívalningsá falla saman. Stöðum á yfirborði jardar er ofanvarpað á sívalninginn með línu frá jardmiðju. Kortið fæst með því að rista sívalninginn að endilögu. Þeltin nálægt ekvator verða sívallega rétt á þessu kortsí, en löndin teygjast eftir meridionum er nær dregur pólum og pólarnir verða fóndanlegrar fjarlægð. Meridianarnir verða samsíða línlur

á ekvator. A sliku korti má sýna yfirlit yfir öll byggð lond, siglingaleiðir, jafnhitallínur, grótturbelti etc.

Keiluprojektion. Keiluprojektion hefir t.d. verið notuð til að kemur í ljós að gráðan er mun lengri við pólana.

við kort Herferringjáráðsins danska af íslandi. Er þá hugsaður keiluflötur, sem smertir jörðina eftir  $65^{\circ}$ . Stadir eru settir á keiluflötinn með því að framlengja jardradius stádanna til skurðar við keiluflötinn. Sé keilan skorin eftir hildarlínu má gera hana að Plani. Meridianarnir verða beinar línur, sem ganga út frá einum punkti (toppi keilunnar) og breiddarbaugarnir verða bringar með miðju í þeim punkti.



19. mynd

smáhringsbogans  $AC$  er  $2\pi R \cos 65^{\circ} \cdot \frac{9}{360}$ . Það er einnig lengd bogans  $AC$  á útflokkum keilufletinum  $20^{\circ}$ . m. Radius þess boga er  $1 = \frac{AT}{R} \cdot \text{tg} 25^{\circ}$ . Lengd bogans  $AC$  miðað við  $\psi$  er þá  $2\pi l \cdot \frac{4}{360}$  og fæst það  $= 9^{\circ} \cdot \cos 25^{\circ}$ . Beina-línan  $AC$  (20. mynd) finnst þá hannig:  $\sin \frac{\psi/2}{2} = \frac{AC}{2l}$ .

$AC = 2R \cdot \text{tg } 25^{\circ} \cdot \sin \frac{\psi/2}{2}$ . Lengd stórhrringsbogans  $AC$  á jörðinni er hinsvegar

$$R \cdot \frac{T}{180} \cdot x^{\circ} \text{ þar sem } \cos x^{\circ} = \cos^2 25^{\circ} + \sin^2 25^{\circ} - \cos 9^{\circ}$$

Lengd beinu línumnar  $BD$  í útflatta keilufletinum er

$$BD = AC \cdot \frac{BT}{1} = AC \frac{1}{1} \div AB \text{ en } AB = R \cdot \text{tg } 1^{\circ} \text{ og } BT = R(\text{tg} 25^{\circ} \div \text{tg } 1^{\circ}) \text{ eða } BD = 2R \frac{\sin 24^{\circ} \cdot \sin \frac{\psi/2}{2}}{\cos 25^{\circ} \cos 1^{\circ}} \text{ Stórhrringsboginn } BD \text{ er } R \cdot \frac{T}{180} x^{\circ}, \text{ þar sem } \cos x^{\circ} = \cos^2 24^{\circ} - \sin^2 24^{\circ} \cdot \cos 9^{\circ}.$$

Munur ca. 198 m, en á korti í með: ikv. 1 : 250 000 gerir hann 0,8 mm.

### Perturbationir.

Eins og óður var sagt fer hættur sem stendur undir skrifum aðráttarafils sklar eftir keiluflöði. Þetta er þó því aðeins rétt að ekki séu aðrir hnettilr til staðsins. Sé hinsvegar aðrar plánetur nái leggur, toga þer einnig í hnöttinn og trufla göngu hans. Vögna mikilla fjarlægða og vögna þess hve plánetumassar eru litlir í samanburði við sólmáðara yverða, þessar truflanir, perturbationir, vengjulega umfing lítlar, en við nákvæman reikning á göngu plánetanna verðar þó að taka til lit til beirra. Truflanir geta hinsvegar orðið mjög miklar er smástírni eða halastjarna kemst í nánumda við plánetu. Braut tunglsins um jörðina er f aðaldráttum ellipsa, en hér er það sólin, sem truflar gönguna og ennfremur er ekki hægt að reikna með því að jörðin sé kúla, þ.e. massinn sitji allur í miðpunkti, vegna nálegðar tunglsins. Ganga þess verður því mjög örregluleg og reikningur á henni ákaflega flókinn.

Samanir á hreyfingu jardar.

Enda þótt Galilei hafi í Júpíterkerfinu þótt sjá mynd af sólkerfinu og enda þótt sólin sé um 105 sinnum stærri í þvermál en jörðin, eins og kemur í ljós þegar mælikvardinn í sólkerfi Keplers er fundinn, getum vér eigi að síður lítið svo ó, að jörðin standi kyrr, um hana snáist sólin á ellipsu, en pláneturnar gangi aftur kringum sólina. Það er fyrst afhladrin, sem kollvarpar þessarar skoðun. Þegar gravitationskonstantinn er fundinn er hægt að reikna massa sólar og reynist henn um 350000 sinnun meiri en massi jardar. Afhladrin segir að sól og jörð snúist um sameiginlegan byngdarpunkt sem verður þá mjög nálegt sólmiðju, og það er því aðallega jörðin, sem hreyfist. Ljósfræðin gefur aðra sönnun. Þegar athugandi hreyfist í átt til ljósjafa, þekkar tíðni ljóssins í beinu hlutfalli við hraðann, eða býlgjurnar styttast. Öfugt þegar farðir er frá ljósjafanum. Þetta er Döppler fyrirþryggið. Sí athugið fjarð fastast jarna kemur í ljós að jörðin færst ymist fjar eða nær á hálfars millibili. Snúning jarðar um mündul sínn, heimsássinn, má einnig sanna með tilraunum.

1. Hlutur fellur frá punktinum A, sem er í hæðinni hýfir jörd á miðjardarlinu. Ofanvarp A, sem er B, finnst með lófi. Stándi jördin kyr fellur hluturinn í B. Smíst jördin einn kring á 24. stjörnutímum fellur hluturinn austan við B. Falltíminn er  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  ef loftmótstöðu er sleppt.

B fer með hraðanum v til austurs. Þá hefur A hraðann  $v = \frac{R+h}{R} t$  til austurs og mismunurinn verdur  $v(1 + \frac{R+h}{R})^{\frac{1}{2}} v \cdot \frac{h}{R}$

Hluturinn hefir láréttu hraðakkomponentinn f A þegar hann byrjar að falla og heldur honum allan tímann. Eftir tímann t, er hann kemur til jarðar, er hann því  $v = \frac{h}{R} \cdot t = x$

austan við B. Nú atti að vera

$$v = \frac{2\pi R}{24} \cdot \frac{366}{3600} \cdot \frac{366}{365} \cdot \frac{2422}{2422}$$

$$x = \frac{2\pi R}{24} \cdot \frac{366}{3600} \cdot \frac{366}{365} \cdot \frac{2422}{2422} \cdot \frac{h}{R} \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = c \cdot h \sqrt{h/g}$$

Tilraunir stædfesta þessa formúlu.

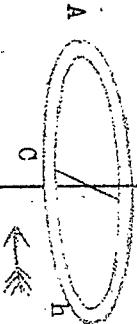
Dæmi:  $h = 100$  m,  $x = 38$  cm.

2. Tilraun Foucaults. Pendúll sveiflast í föstu plani, ef engar truflanir eru, óháð því hvort jördin snýst eða ei. Á pólum jarðar setti því pendúllan að virðast smúast um 360° á 24 stundum, vegna smúnings jarðar. Á öðrum breiddargrájun verður hornið minna, háð breiddinni á reiknum legan hátt. Foucault gerði líka pendúlltilraun í Paris 1861 og sýndi l. heini smúningu jarðar á gævinilegan hátt.

Precession. Snælda skal almennt

býða hlut, sem snýst um ás, hvort sem sé að er í föstu legum eða er frijáls og breyfanlegur.

Fegar kraftur verkar hornrétt á snælduðas, lætur ásinn þannig undan að hann færist hornrétt á stefnu kraftarins. Hugsum oss ásinn 1 (21. mynd.) Krafturinn K hefir stefnuna AB og leitast til bess þarf hann að breyta hreyfingarstefnu hringmassans við C og D. Krafturinn K kemur því fram sem kraftur sem verkar niður við C og upp við D. Hreyfingarstefnan við C



21. mynd.

við ad velta hringnum um CD en til bess þarf hann að breyta hreyfingarstefnu hringmassans við C og D. Krafturinn K kemur því fram sem kraftur sem verkar niður við C og upp við D. Hreyfingarstefnan við C

breytist þó lítið vegna mikils hraða heldur sígur C og D rísi; ásinn hefir með öðrum orðum færst hornrétt á K. Jördin er snælda, sem snýst um heimsáinn, er myndar  $\frac{2\pi R}{T}$  við normal ekliptiku. Nú er jördin ekki kóla og þegar sólin er ekki í ekuator togar hún í jarðbunguna og leitast við að rétta smúningsásinn við þannig að hann standi hornrétt á ekliptiku. En ásinn færst undan hornrétt á radius ekuator og heldur óbreyttum halla við ekliptik.

Niðurstöðan verdur að jarðasinn eda pól himinsins fer hring í kringum pól ekliptiku, eina umferð á 26 þúsund árum. Af þessum sökum færst vorpunkturinn eftir ekliptik heila umferð á sama tíma eða  $50^{\circ}$  á ári til vesturs. Pessi færsla vorpunktins heitir precession. Hún veldur því að tropiskt ár er nokkuð styttra en umferðartími jarðar um sólina, frá sólnand (*perihelium*) til sólnanda, sem til aðgreiningar heitir anomalistiskt ár.

Tunglíf hefir einnig áhrif á jarðasinn og veldur tíðum sveiflum á honum sem kallaðar eru nutation.

Aberration. Ljósgeisli stefnir frá A til jarðarinnar með hraðanum C. Jördin hreyfist til J med

hraðanum v og hittir því ekki geislann frá A heldur frá B. Það er sama og að segja að jördin standi kyr í J en ljós frá B hafi hraðakkomponentinn C beint niður og v til vinstri og nái jördinni með stefnunni BJ. Sviðag fyrirbrygdi kemur í ljós ef maður er á göngu í rigningu. Falli dreparnir lödrétt virðist manninum þeir koma skáhátt á móti

sér, því meir, sem hann fer hraðar. Vegna hreyfingar jarðar á braut hennar synast stjörnurnar færast til á himminum, mest um  $20,47^{\circ}$  og fastastjarna í pól ekliptiku fer árlega eftir hring með radius  $20,47^{\circ}$  um pólinn ( $\text{tg } 20,47^{\circ} = v/c$ ). Aðrar stjörnur færast á sama hátt í ellípsum. Fetta fyrirþrygði, sem heitir aberration ljóssins fann Bradley árið 1725.

Mælingar og mælitaki.

Refraction. Vegna ljósbrotsins í andrúmslofti jarðar er sönn hæð stjórnú ávalt minni en sýnilega hæðin, sem með er. Andrúmsloftið þynnist með hæðinni yfir jörd og

un  
i  
ef  
id  
hi  
i

m leid minkar brotindex bess. Íjósgeisli sem fer niður gegnum andrúnsl loftið fer því í gegnum optiskt bykkandi fni og beyrir stöðugt að normalnum. Lítuð á andrúnsl loftið sem fjöldu af planparallelum lögum. Þá væri ljósbrotið íð sama ef geisilinn brotnaði beint frá lofttómu rúmi inn neðsta lagið, þ.e. neðsta loftlagið, sem hefir bektað

brotindex  $n_o$  (sbr. Ljósfræðina) Ef  
z er sönn zenithjarlægð stjórnui, (þ.  
n = 1 c. sú zenithjarlægð, er hún hefði,  
z<sub>1</sub> z<sub>1</sub> n = n<sub>o</sub> og z<sub>1</sub> er synileg meald zenithjarlægð  
fast  $\frac{\text{Sinz}}{\sin z_1} = n_o = \frac{\sin(z_1 + R)}{\sin z_1}$

par sem  $R = \frac{\sin z}{\cos z + \cot z_1}$ .  $R$  er mjög lítið horn má setja.

$R = (n_o + 1) \tan z_1$  Fessi formúli gefur rétt gildi frá  $z = 0$  til  $z = 80^\circ$ . Við stærra horn er ekki hegt að líta á þann hluta andrumsloftsins sem geislinn fer í gegnum eins og planparallelar plötur og verður reikningurinn þá miklu flíknari.

Sýnileg hæð	Refraktion	Sýnileg hæð	Refraktion
0°	34° 45"	16°	3° 32"
1°	34° 25"	20°	2° 37"
2°	34° 139"	25°	21° 03"
3°	14° 15"	30°	1° 40"
4°	11° 39"	40°	1° 09"
5°	9° 47"	50°	0° 48"
6°	8° 123"	60°	0° 33"
8°	6° 130"	80°	0° 10"
10°	5° 116"	90°	0° 00"
12°	4° 25"		

frá stjörnu niður til hafssbrúna, það er þó stærra en hæð-  
arhornið, ef augað er ekki í haffletinum, heldur í hæðinni  
H. A mynd 24 er A augað, At tangent til jarðarinnar, O  
jarðmiðja. Hornið h + Δ er mælt en hæðarhornið yfir láréttan-  
horisont er h. △ finnst þannig:

$$\cos \Delta = 1 + 2 \sin^2 \frac{\Delta}{2} = 1 + 2 \cdot \left( \frac{\Delta}{2} \right)^2$$

R+H → H/R  
er ávalt lífð horn og H/R er einnig mjög líftil tala. Úr þessu fast

$\frac{\Delta}{R} = \frac{H}{R}$  eda  $\Delta = \sqrt{\frac{2H}{R}}$  bar sem  $\Delta$  er  
mælitala hornsins.

Pessa formúlu má umreikna þannig  
 $\Delta(f \text{ bogamínntum}) = 1,065\sqrt{H}$  (f  
 fetum) eða héru mbil  $\Delta = \sqrt{H}$

Sextantinn. AG og BG eru tveir plan-  
ir meðanum sem meðan hoomið "f

ir spiegelar sem myndar höfuð v. l.  
innfallshorn og útfallshorn ljós-  
geislans DA eru x, y. Innfallshorn-

$$\begin{aligned} 10^{\circ} \text{ à } BC \text{ er } y &= 90^{\circ} + (180^{\circ} + v + 90^{\circ} + x) \\ &= v + x. \end{aligned}$$

og hornið milli innfallandi geisla  
DA og útfallandi geisla BD eftir  
tvöfalt endurburkast er há 3v.

A bessari setningu byggist sex-tantinn.

I mynþlaninn eru tveir fastir  
armar, OB og OA, sem mynda 60°  
horn. Þær föst glerplata, horn-

rett á myndplanið samríða OB.  
Nedri helmingur hennar (nar plan-  
inu ACB) er spegill. en efri blut-

inn er gagnsar. Í er spiegel,  
smánlegur um ás hornrett á  
mendunum.

myndpláns, og synir visirinn hornið milli spiegilsins og OB eða hornið milli beggja spegl-

anna. Linan DE (gat ~~eda~~ kikir f E) er létin mynda sama horn- við normalinn í D og linan OD.

Geisli frá O til D endurkastast  
þá til E. Hornid milli geislannar  
og ver nu mælt bannig:

Línumni ED er beint á stjörnuna Y með því að horft er í gegnum gagnsæ hluta plötunnar D. Síðan er vísirinn C færður þar til geislinn x endurkastast til E. Sjást þa x og y samfallandi. Hornið milli X0 og YD er þá zv, sem um leið er hornið milli X0 og YD. Til þess að losna við að tvö-falda aflesna hornið v eru á bogann AB venjulega markaðar  $120^{\circ}$  í stað  $60^{\circ}$ .

## Hádegismælir (meridianhringur)

viðhöfð við malingu á kúlmfnationshæð og kúlmfnationstíma er notað fast malingatæki sem er Grundvallaráhald hvers stjörneturns. Það er kikir, er snýst um láréttan ás, sem liggur austur og vestur og hvílir á traustum jarðröstum stöplum. Kikirinn liggur þá ávalt í hádegisplaninu. (Ahrif óhjákvæmilegra konstruktions- og uppsætningarskekkja má finna reikningslega). Í brenniplani objektivsins er láréttur og lödréttur bráður og miðast hæsin við himn fyrmeindu og tíminn við þann sfðari. Kúlmfnationstímann má finna þannig að háfa hjá sér krónómeter, sem tikkar með sekondum millibili. Þegar stjarnan fer að nálgast miðþráðinn lífur athugandinn á klukkuna en telur síðan tímán erfið tilfniu í klukkunni jafnframt því sem hann fylgist með stjörnum. Fari stjarna yfir þráðinn á milli tveggja klukkuslaga áætlaðar athugandinn tímann upp á 1/10 úr sek.

1. Ooru lagi ma nota krongrari, ralsnulinum vinalita, þar sem klukkutífið er markað á pappírsrému. Þegar stjarnan fer yfir miðpráðinn er stutt á hnapp og merki sett elektriskt á rémuna. — Med flóknari taikjun má auka nákvæmina og sérstaklega losna við svonefnda persónulega skekkju. Hún er í því fólgin að einn athugandi tekur tímann ávalt of snemma, t.d. 2/10 sek. annar ávalt 1/10 sek. of seint etc. Þessi villa er háð taugakerfi hvers einstaklings og ósjálfaræð. Persónulega skektju góðs athuganda má mala og taka tillit til hennar eftir. Þegar ítrrustu nákvænni í tímamaelliingu er gætt, er hægt að ákvæða kólmfnationstíma upp á 1/10 sek.

2. Adalklukka stjörnurnarsins stendur í skáp þar sem hitaveiflна gætur lítið, eða helst alls ekki, t.d. djúpt undir jörd. Við henni má eigi hreyfa, heldur er hún daglega borin saman við stjörnuathugun og dagbók haldin yfir skelkjur hennar. — Aðeins viðsir stjörnurnar hefa þeir virk með höndum að ákvæða tímann og senda út dagleg tímanerki (Greenwich, París, Hamborg). Eins og fyrr segir finns déklination og rektaßenion stjörnu af kúlmfnationshæð og kúlmfnations-

tíma. Vissar stofnanir vinna ör þessum með ingum og reikna  
nít staði sólar, tungs og plönetaofl. Fyrir eitt ár í senn  
og gefa ót fárbók (Nautical Almanac, Berliner Jahrbuch etc.)  
Ekvatoreal. Annan adaltæki stjörnurna er ekvatorealið, en  
það er líkir er snúið af vel og settur þannig að henn  
fylgist með daglegum snúningi stjórn og má með honum at-

buga sama stað á himminum langan tíma, i  
sein. AB er fastur ós, samsíða heimsénum.

A honum er kikir, sem snua me um as nollur  
rétt á myndplanið. Sé kikirinn festur  
bannig að hann myndi hornið 90°d við AB

er nán sultur inn að suða með vortum  
onini d. Sé mí ásnum AB sníð með jófnum

hrada 1 umferd á 24 stjórnustundum steinir kirkinn eittai  
á sama stað festingarárinar. — fumbund Steinplani bessa kíkis með  
kvæði milli nákvæmum horna

nefna mikrometar og með með því með mikilvægi ófengilegum. Íslensk milli tveggja stjarna, þvermál reikistjörnu ofl, f öðru lagi ná setja ljósmyndaplaðtu í brenniplanið og taku mynd af sínum setju stóð himinsins. Við sérskar mundatökum barf

oft og lysa i marge klokustundar, serstaklega eftir um stjornupokur er að meðan. Af myndunum má sifðar malar bæsi af

stodur verði sett í samband við munin má take mynd af lit-  
rófi stjórnar og rannsaka þeð á myndinni. Yfirleitt má segga

ad nuttima stjórnunarnokir með önnur sandanum. Í þessum tilgangnum er ófærilegur  
Elyktoreynd. Þá eru með tvemu nötum innanþróunar  
venjuður línsukirkir og heitir það pá refraktor; eða ad

Rynsin er fengin fram med holsinspæ og heitir kikirinn þa  
reflektør. Starða reflektörlaunum notuður eru um 1 m.  
í bvermal, en tvær stærstu reflektorar eru 2,5 og 5 m. í

þvermál.  
1. ðæni. Kúlmíningarsáð nedri sólrandar er meald 43°17'

Um hædegi þennan dag hafði sölmidja deklination-  
ina + 14° 24', Refraktionin er 1° og radius súlar 16°

Finn breidd stadarins.

vestri rönd sólar fór yfir meridianinn og reynd-  
ist. **11h51m3s** Þá maðr fndur var á bessu augnabliki + 9m17s

Seinnar um daginn gaf Greenwich tímamerkið <sup>17</sup><sub>h</sub><sup>30</sup><sub>m</sub><sup>11</sup><sub>s</sub> Gr. meðaltími, og sýndi þá áðurnotuð klukka 15<sup>h</sup><sup>38</sup><sub>m</sub><sup>11</sup><sub>s</sub>

Finn lengd st  darins og leidrettis klukkuna  
m  da  r vi   sta  rarme  lt  ma.

60

3. dæmi. Stjarna hefir árið 1900 koordinatana  $\alpha = 1900^{\circ} 41' 00''$  Finn koordinata hennar árið 0. Þærslu vorpunktins ins  $50^{\circ} 0'$  á árni. Halli ekliptiku konstant.

4. dæmi. Breiddarákvörðun á sjó. Athugun gerð 10 m. yfir sjó. Kúlmintionshæð nedri sólrandar  $46^{\circ}$

Deklination sólmidju  $+ 20^{\circ}$

5. dæmi. Klukkaleidr etting. Sólhæð (nedri brún) er meðla  $34^{\circ} 21'$  er klukka. sýndi  $314^{\circ} 35'$ . Deklination sólmidju var  $+ 16^{\circ} 23'$  Hver er klukkuskekjan miðað við Akureyrar meðaltíma? Hver, miðað við ísl. meðaltíma, ef tímajöfnuður er  $+ 9^{\circ} 30'$ ?

6. dæmi. Hvad er stjörnútími þegar sólin kúlmínerar, ef rektasension hennar er  $100^{\circ}$ ?

7. dæmi. Hvad er klukkan eftir sönum staðarsóltíma þegar stjarna kemur upp, sem hefir  $\alpha \approx 316^{\circ}$ ,  $\delta = 2^{\circ}$  rektasension sólar er samtímis  $152^{\circ}$ ,  $\phi = 65^{\circ} 40'$

8. dæmi. Lengd rökkursins. Rökkur er frá því sólin geygur undir og þar til hún er komin  $18^{\circ}$  undir horisont. Reikna lengd rökkursins þegar gefið er  $\delta$  og  $\phi$

9. dæmi. Reikna lengd dagsins af  $\delta$  og  $\phi$  Hæð sólar er  $+ 35^{\circ}$  við sólarupras.

