

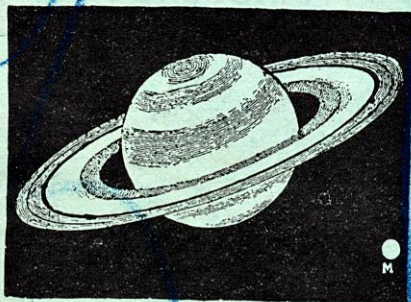
DE FÖRSTA GRUNDERNA

I

MATEMATISK GEOGRAFI

AF

E. BONSDORFF.



HELSINGFORS,
SÖDERSTRÖM & C:o.

Pris 2 mark.

DE FÖRSTA GRUNDERNA

I

MATEMATISK GEOGRAFI

AF

E. BONSDORFF.



HELSINGFORS,
SÖDERSTRÖM & C:o
FÖRLAGSAKTIEBOLAG.

HELSINGFORS,
OSAKEYHTIÖ WEILIN & GÖÖS AKTIEBOLAG
1900.

Inledning.

1. Solens och stjärnornas skenbara rörelser.

Om vi befinna oss hvar som helst på jordens yta, så kunna vi öfverblicka endast en liten del af nämnda yta. Vi omgifvas på alla sidor af en cirkelformig yta, öfver hvilken himlahvalfvet hvälfver sig. Den cirkellinie, där himlen synes beröra jorden, kallas *horisont*. Vi befinna oss alltid i horisontens medelpunkt. Om ifrån denna punkt en rät linie tänkes dragen vinkelrätt mot jorden, säges denna linie vara *lodrät* samt träffar himlahvalfvet i dess högsta punkt, *zenit*. Tänker man sig himlahvalfvet fortsatt under horisonten, uppstår ytan af ett fullständigt klot. Om den genom zenit dragna lodräta linien tänkes förlängd på undre sidan af horisonten, träffar den klotets yta i en punkt, som benämnes *nadir*.

Förändrar åskådaren sin plats, förändras hans horisont och på samma gång zenit. Således har hvarje punkt på jorden sin egen horisont och zenit.

Om man en klar natt under den mörka årstiden uppmärksamt betraktar himmeln, finner man, att stjärnorna äro i oafbruten rörelse. Stjärnorna i

öster synas stiga, de i väster däremot sänka sig. Efter förloppet af ett dygn synas stjärnorna hafva intagit sina förra platser. Under stjärnornas rörelse har emellertid deras inbördes ställning blifvit oförändrad. Stjärnorna i den allmänt kända stjärnbilden Karlavagnen äro oföränderligt i samma inbördes läge och likvist rör sig nämnda stjärnbild oupphörligt på himmeln. Stjärnbildens sju hufvudstjärnor

Polstjärnan

•

Karlavagnen

• + + +
+ +

Fig. 1.

afbildas en vagn (fig. 1). Om i den tänkta vagnen båda bakhjulen sammanbindas med en rät linie och densamma förlänges med 4 gånger sin längd, träffar den förlängda linien en klar stjärna, den s. k. *Polstjärnan*. Denna stjärna synes alltid förblifva på samma ställe af himmelen. Äfven *Polstjärnan* rör sig ett hvarf under loppet af ett dygn, men dess bana är så liten, att stjärnans rörelse ej

utan särskilda hjälpmedel kan iakttagas. Ju aflägsnare en stjärna är från *Polstjärnan*, desto större är dess skenbara bana. Det förefaller som om alla stjärnor vore fästade på himlahvalfvet, hvilket under ett dygn skulle vrida sig kring en axel. Denna föreställda axel benämnes *himmelsaxel* och de punkter, i hvilka himmelsaxeln träffar himmeln, benämnas *himmels-poler*. Himmels nordpol befinner sig alldeles i närheten af *Polstjärnan*, himmels sydpol kunna vi ej se, emedan den alltid förblir under vår horisont.

Tänker man sig genom vår zenit och himmelspolerna en cirkel dragen, står den vinkelrätt mot horisonten. Denna cirkel benämnes *middagslinie* eller *meridian*. Hvarje stjärna rör sig i dygnet två

gänger genom meridianen. Stjärnornas banor äro sig emellan parallela, och den bana störst, som ligger på samma afstånd från de båda himmelspolerna. Nämda bana går genom himmelsaxelns medelpunkt och är vinkelrät mot denna axel. Densamma benämnes *himmelsekvator*.

I fig. 2 befinner sig åskådaren i punkten C, zenit är Z, himmels nordpol är P och sydpol P'. Således är PP' himmelsaxeln och ZPP'Z ortens meridian.

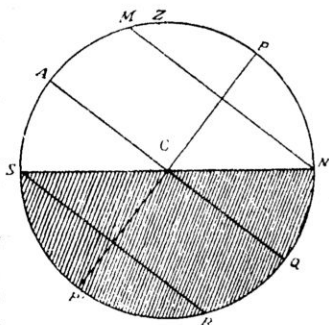


Fig. 2.

Meridianen skär horisonten i punkterna N och S; N är *nordpunkten* och S *sydpunkten*. Linien NS ligger således i riktning från norr till söder. I figuren är rymden öfver horisonten tecknad hvit, men under horisonten mörk. Meridianens yta skär ekvatorns yta längs linien AQ.

Om en stjärna befinner sig i punkten M, är MN diameter i stjärnans bana. Stjärnan går således ej ned under dygnet. Samma förhållande äger rum med alla mellan P och M befintliga stjärnor. Hvarje stjärna däremot, som ligger mellan M och S, går under ett dygn såväl upp som ned. Om stjärnan är belägen på ekvatorn, förblir den lika lång tid öfver som under horisonten. Om stjärnan slutligen befinner sig mellan S och P', förblir den alltid under horisonten och kan aldrig ses af en i C befintlig åskådare. Fig. 2 åskådliggör himmels utseende för en åskådare i mellersta Europa. Häraf framgår,

att hos oss en del stjärnor synas röra sig kring himmelsaxeln utan att gå upp eller ned, andra gå upp och ned en gång i dygnet. Utom dessa finnes närmare himmelns sydpol ett stort antal stjärnor, hvilka alltid blifva för oss osynliga.

Om man färdas från Finland söderut, finner man att Polstjärnan (således äfven himmelns nordpol) sjunker allt lägre ned mot horisonten eller (fig. 2) himmelsaxel PP' vänder sig sålunda, att punkten P närmar sig N och P' punkten S . Såsom man lätt kan förstå, minskas antalet af de stjärnor, hvilka hvarken gå upp eller ned, men däremot tilltager antalet af dem, hvilka gå upp och ned. Vid jordens ekvator synes Polstjärnan vid horisonten och himmelsaxeln ligger i själfva horisonten. Hvarje stjärna på himmeln synes gå upp och ned vinkelrätt mot horisonten. Begifver man sig däremot norrut, synes Polstjärnan höja sig. Om man kunde komma till jordens nordpol, skulle Polstjärnan synas i zenit och alla norrom himmelsekvatorn belägna stjärnor skulle ständigt synas öfver horisonten, men alla stjärnor söderom ekvatorn skulle förblifva osynliga.

För en på jordens södra halfklot befintlig betraktare visa sig motsvarande företeelser; i stället för himmelns nordpol har man då dess sydpol. På jordens norra halfklot luta stjärnornas banor mot söder, men på det södra halfklotet mot norr.

Liksom stjärnorna synas äfven solen och månen deltaga i himmelns skenbara rörelse från öster till väster. Enhvar vet, att under dygnet solen en gång går upp och ned samt att tiden emellan tvänne på hvarandra följande soluppgångar utgör i det närmaste ett dygn.

Om vi sammanfatta ofvan framställda iakttagelser, finna vi:

1. Himmeln jämte solen, månen och stjärnorna synas under loppet af ett dygn röra sig från öster till väster kring en axel, som träffar himlahalvfvet i två punkter de s. k. himmelspolerna.

2. Himlakropparnas skenbara banor äro parallela sig emellan och särskildt med himmelsekvatorn.

3. Ju längre en ort ligger från jordens ekvator, desto högre öfver horisonten synes på norra halfklotet himmelns nordpol, men på södra halfklotet himmelns sydpol.

4. Alla fixstjärnor förblifva, under det de utföra sina rörelser, i samma inbördes läge, liksom om de vore fästade på ytan af ett klot.

Ofvan sades, att fixstjärnorna förblifva beständigt i samma ställning till hvarandra. Annat är förhållandet med solen. Solen förändrar oafbrutet sin ställning till fixstjärnorna. Detta inses redan däraf, att stjärnhimmeln under årets lopp vid samma tid på aftonen har ett olika utseende. Under det en stjärna alltid uppstiger och går ned vid samma punkt på horisonten, flyttar sig beständigt platsen för solens upp och nedgång. Äfven detta bevisar, att solen förändrar sin ställning i hänseende till stjärnorna. Ännu tydligare kan man finna det på följande sätt:

Om man noggrant gifver akt på en fixstjärnas rörelse kring himmelsaxeln och iakttager, när stjärnan försvinner bakom ett föremål, skall man finna, att detta inträffar följande dygn 4 minuter tidigare.

En fixstjärna fullbordar således sitt omlopp på mindre än 24 timmar, näml. på 23 timmar 56 minuter. Om en stjärna ett visst dygn går genom meridianen kl. 12 om natten, så passerar den följande natt meridianen 4 minuter tidigare och är vid midnatt litet väster om meridianen. Följande midnatt är stjärnan ännu något längre åt väster. Då tre månader förflutit efter den första iakttagelsen, går stjärnan genom meridianen ($90.4 =$) 360^m eller 6 timmar tidigare, d. v. s. klockan 6 om aftonen. Efter förloppet af ett år passerar stjärnan meridianen 24 timmar tidigare d. v. s. åter kl. 12 om natten. Huru skall man förklara detta? Då klockan är 12 om natten, är solen i meridianen, men under horisonten. Afståndet mellan stjärnan och solen utgör då hälften af cirkelperiferin. Efter 3 månader är vid midnatt solen återigen i meridianen under horisonten, men stjärnan har flyttat sig mot väster nästan fjerdedelen af en cirkelperiferi. Solen har skenbart närmat sig stjärnan och synes hafva rört sig i en riktning, som är motsatt himmelns dagliga rörelse. Emedan nämnda rörelse sker från öster mot väster, synes solen röra sig i hänseende till stjärnorna från väster mot öster. Emedan solen efter ett år intager samma ställning på himmeln, har den således under ett år skenbart rört sig ett hvarf kring jorden.

Om man på en himmelsglob, på hvilken stjärnorna finnas tecknade, utmärker solens läge under skilda tider af året, finner man, att solens bana är en cirkel. Denna bana benämnes *ekliptika*. Solens bana sammanfaller ej med himmelsekvatorn, utan skär densamma i två punkter. Om ekliptikan skulle sammanfalla med ekvatorn, skulle solen hvarje dygn röra sig i ekvatorn kring himmelnsaxeln, och då vore,

såsom af fig. 2 synes, solen under hvarje dygn af året lika länge ofvanom som under horisonten, d. v. s. dag och natt vore alltid lika långa. Detta strider dock mot verkliga förhållandet och däraf måste man sluta, att ekliptikan lutar mot ekvatorn. Ekliptikans plan bildar med ekvatorns plan en vinkel af $23\frac{1}{2}^{\circ}$. Hos oss synes ekliptikans norra hälft befinna sig ofvan och dess södra hälft under ekvatorn.

De punkter, i hvilka ekliptikan skär himmels-ekvatorn, kallas *dagjämningspunkter*. Solen befinner sig i dessa punkter den 21 mars och 22 september. Den förra punkten benämnes *vårdagjämningspunkt* och den senare *höstdagjämningspunkt*. Under nämnda dagar rör sig solen i ekvatorn och öfver hela jorden äro då dagarna och nätterna lika långa. Då solen ifrån vårdagjämningspunkten rört sig under 3 månader åt öster, har den uppnått sitt nordligaste läge. Solen är då i *sommarsolståndspunkten*; detta inträffar den 21 juni. På norra halfklotet har man årets längsta dag. Tre månader därefter är solen i höstdagjämningspunkten och efter ytterligare tre månader har solen uppnått sitt sydligaste läge. Detta inträffar den 21 december, då solen kommit till *vintersolståndspunkten*. På norra halfklotet har man då årets kortaste dag. På södra halfklotet är förhållandet omvänt. Då solen står längst i söder, har man sommar; då solen befinner sig längst i norr, har man vinter.

En cirkelbåge uppmättes i grader (^o). Hela cirkelperiferin innehåller 360° . Förntidens forskare indelade ekliptikan i 12 lika stora delar, af hvilka hvarje således omfattade 30° . Dessa delar benämndes *tecken*. Utgående från vårdagjämningspunkten mot öster äro tecknen följande:

| | | |
|----------------|--------------|---------------|
| Väduren ♈ | Lejonet ♌ | Skytten ♐ |
| Oxen ♉ | Jungfrun ♍ | Stenbocken ♑ |
| Tvillingarne ♊ | Vågen ♎ | Vattumannen ♒ |
| Kräftan ♋ | Skorpionen ♏ | Fiskarne ♓ |

Således står solen i slutet af mars i Väduren, i slutet af april i Oxens tecken o. s. v.

Solen och stjärnornas ofvan framställda rörelser äro blott skenbara. I verkligheten är det jorden, som rör sig och dess rörelse framkallar solens och stjärnornas skenbara rörelser. Detta förhållande är numera allmänt känt, men knappt 400 år hafva förflutit, sedan läran om jordens rörelse förkunnades. Dessförinnan trodde man himlakropparnes rörelser vara sådana, som vi omedelbart förnimma dem. Först efter flitiga och mödosamma forskningar fann man, att man härvid ej bör lita ensamt på ögonens vittnesbörd. Då vi komma att granska jorden såsom himlakropp, vilja vi anföra de bevis, på grund af hvilka man är berättigad till det antagandet, att himlakropparnas synliga rörelser ej äro verkliga utan blott skenbara.

2. Tidsmåtten.

Himlakropparnas regelbundna rörelser hafva under alla tider lagts till grund för tidsbestämningar. Vi hafva redan sagt, att himlahalvvet synes vrida

sig kring sin axel på en oföränderlig tid. Hvarje fixstjärna behöfver för att röra sig från meridianen åter till samma punkt på meridianen alltid samma tid. Denna oföränderliga tid benämnes *stjärndygn*. Detta tidsmått är högst regelbundet samt användes vid astronomiska bestämningar. Stjärndygnnet indelas i 24 timmar och *dygnet börjar, då vårdagjämningpunkten går genom meridianen*.

Vi hafva tidigare visat, att solen rör sig i förhållande till stjärnorna från väster till öster, hvaraf följer, att solen behöfver ungefär 4^m längre tid än stjärnorna för att ifrån meridianen komma igen till meridianen. Tiden mellan solens tvenne på hvarandra följande meridiangenomgångar kallas *soldygn*. Således är ett soldygn längre än ett stjärndygn.

Vid val af tidsmått har man att taga en sådan tidsperiod, som alltid förblir oföränderlig. En sådan period är, såsom redan nämnts, stjärndygnnet. Nämda period kan likväl icke begagnas såsom mått i det dagliga lifvet, ty vi måste ordna vårt lif fullständigt efter solen. Därför måste tidsmättet grunda sig på solens rörelse. Då har man först att beakta, att de sanna soldygnen ej äro sig emellan lika. Solen rör sig nämligen ej lika hastigt i ekliptikan under skilda tider af året, hvaraf följer, att tiden emellan tvänne meridiangenomgångar är föränderlig och således äfven soldygnen olika långa. Emedan det är af största vigt, att man har en oföränderlig tidsperiod, som noggrant angifves af våra ur, har man delat året i lika många sinsemellan lika långa dygn, som soldygn innehållas i året. De sålunda erhållna tidsmåttbenämnes *medelsoldygn*. Det sanna soldygnnet är emellanåt längre eller kortare än medelsoldygnnet, som alltid är oföränderligt till sin längd. Däraf

följer äfven, att då våra ur, hvilka angifva medeltid, visa 12 på dagen, solen endast undantagsvis står högst eller är i meridianen, utan har redan gått genom eller ännu ej hunnit till meridianen. Här nedan framställa vi en tablå, som utvisar, huru mycket skall läggas till klockan 12 (+ tecknet) eller toges från 12 (— tecknet) för att erhålla den tid, då solen är i meridianen.

| | | | | | |
|-------|----|------------------|----------|----|------------------|
| Jan. | 1 | +4 ^m | Juli | 1 | +4 ^m |
| " | 15 | +10 ^m | " | 15 | +6 ^m |
| Febr. | 1 | +14 ^m | Augusti | 1 | +6 ^m |
| " | 15 | +14 ^m | " | 15 | +4 ^m |
| Mars | 1 | +12 ^m | Septemb. | 1 | 0 ^m |
| " | 15 | 0 ^m | " | 15 | —5 ^m |
| April | 1 | +4 ^m | Oktob. | 1 | —10 ^m |
| " | 15 | 0 ^m | " | 15 | —14 ^m |
| Maj | 1 | —3 ^m | Novemb. | 1 | —16 ^m |
| " | 15 | —4 ^m | " | 15 | —15 ^m |
| Juni | 1 | —2 ^m | Decemb. | 1 | —11 ^m |
| " | 15 | 0 ^m | " | 15 | —5 ^m |

I almanackan står för hvarje dag angifvet, när solen är i meridianen. Om man känner, när detta inträffar, kan man således äfven granska urets stånd. Ögonblicket för solens gång genom meridianen kan bestämmas, om man har afseende på, att vid sagda tid solen kastar den kortaste skuggan.

Såsom bekant indelas dygnet i 24 timmar, timmen i 60 minuter och minuten i 60 sekunder. Ett längre tidsmått än dygnet är året eller den tid, under hvilken solen synes röra sig ett hvarf i ekliptikan. Den tid, som förlöper, innan solen återvänder till sin förra ställning i afseende på fixstjär-

norna, utgör i medeltid angifven 365 dygn 6 timmar 9^m 9^s. Nämnda tidsperiod är ett *stjärnår*. Den tid åter, som förflyter tills solen återvänder till vårdagjämningspunkten, är något kortare, emedan nämnda punkt hvarje år förflyttar sig ett stycke mot väster, på grund hvaraf solen ej behöfver göra ett helt omlopp för att återvända till vårdagjämningspunkten. Denna något kortare tid utgör 365 dygn 5 timmar 48^m 46^s och kallas ett *tropiskt år*. I det dagliga lifvet räknas alltid tropiska år, emedan efter förloppet af en sådan tidsperiod solen återvänder till ekvatorn och våren då tager sin början.

Dygnets användning som tidsmått är högst naturlig och bestämningen af dess längd ganska enkel. Däremot var bestämningen af årets verkliga längd för forntidens forskare ej någon lätt uppgift. Då behofvet af ett tidmått, som var längre än dygnet men kortare än året, gjorde sig snart kämbart, togs till ett sådant medelmått den tid, som förflyter från nymåne till följande nymåne. I själfva verket var det lätt att iakttaga den tidpunkt, då efter nymåne ett smalt segment af månen åter framträdde. Emedan nämnda tid är ungf. 29½ dygn, togs till månadens längd tur om 29 och 30 dygn. Då i året räknades 12 sådana månader, kom årets längd att utgöra 354 dygn. *Månår* af denna längd räknas i närvarande tid endast de Muhamedanska folkslagen. Emedan månåret är ungf. 11¼ dygn kortare än solåret, förändras tiden för Muhamedanernas religiösa fester år från år; årets början, den första dagen i måna-

den Moharrem, inträffar på olika tider af året. Äfven Romarne hade tidigare månår, men lade till hvartannat år en månad, *Mercedonius*, af 22 dygns längd. Den romerske tidräkningen rättades och ordnades på nytt af Julius Cæsar år 46 f. Kr. Emedan året är temmeligen noggrant $365\frac{1}{4}$ dygn, bestämdes, att hvarje fjerde år skall innehålla 366 dygn, men öfriga år 365 dygn. Före Julius Cæsar räknades årets början från mars (Martius). I den förändrade tidräkningen togs januari (Januarius) till årets första månad. Denna s. k. Julianska eller gamla tidräkningen följes ännu i Ryssland.

Såsom förut nämnts (sid. 13), är det tropiska året ej fullt $365\frac{1}{4}$ dygn, men ungef. $11\frac{1}{4}$ minuter kortare. Emedan 128 gånger $11\frac{1}{4}$ minuter är 1 dygn, innehålles i 400 år 3 dygn för mycket. Räkadt ifrån kyrkomötet i Nicaea (år 325) hade man genom att följa den Julianska tidräkningen i det sextonde seklet förlorat 10 dygn. Påfven Gregorius XIII, som införde en förbättrad tidräkning, förordnade därför, att dessa 10 dygn med ens skulle öfverhoppas och att framdeles under 400 år 3 skottår skulle utgöras af vanliga år. Enligt Julianska kalendern voro 1700, 1800 och 1900 skottår, men enligt Gregorianska vanliga år. För närvarande utgör skilnaden emellan de båda tidräkningarne 13 dygn. Den nya tidräkningen infördes först i de katolska länderna. I Sverige och Finland följes nämnda tidräkning sedan år 1753.

Jorden.

1. Jordens form, storlek och matematiska indelning.

Genom de allra enklaste iakttagelser finner man, att jorden ej kan vara ett plan utan att dess yta är bugtig. Redan forntidens forskare kände detta sakförhållande, troligtvis med stöd af samma iakttagelser, hvilka vi hufvudsakligen anföra, då vi vilja bevisa, att jorden är ett klot. Vi skola i korthet nämna de viktigaste bevisen för jordens klotform.

1. Om man gifver akt på ett seglande fartyg, finner man, att då fartyget fjärran ifrån närmar sig stranden, mästerna blifva först synliga och senare skrofvat; om fartyget aflägsnar sig, försvinner från synfältet först skrofvat och sist mästernas toppar. Denna företeelse kan endast förklaras på grund af hafvets bugtighet. Fig. 3 framställer detta förhållande.

2. Jorden har blifvit kringseglad i skilda riktningar. Första kringseglingen utfördes af *F. Magelhaens*. Han seglade i hufvudsakligen västlig rikt-

ning och återkom efter 3 års forlopp till utgångsstället.

3. Vi hafva tidigare nämnt, att Polstjärnan och således äfven himmelns nordpol förändrar sin ställning till horisonten, om betraktaren förflyttar sig

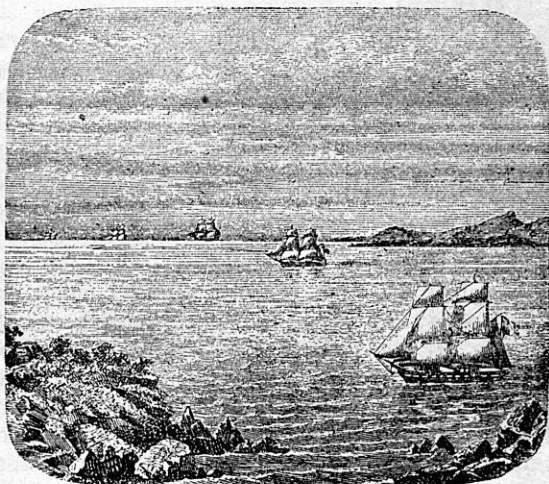


Fig. 3.

mot norr eller söder. Om jorden vore ett plan, skulle Polstjärnans läge i afseende på horisonten ej undergå någon förändring. Då nu himmelpolen är en oföränderlig punkt, så sluta vi däraf, att vår horisont förändrar sig efter vår ståndpunkt. Således förändrar sig äfven zenit och därför äfven lodlinien alltefter den plats, där vi befinna oss. Detta kan endast förklaras genom att antaga, att jorden har en bugtig yta.

4. Emedan jorden är en mörk kropp, uppstår, då solens strålar träffar jorden, på andra sidan om densamma en skugga. Om månen inträder i denna skugga, uppstår månförmörkelse. Om en del af månen är förmörkad, har denna del alltid formen af ett cirkelsegment. Detta vore omöjligt, ifall ej jorden vore klotformig.

5. Till de anförda bevisen kunna vi ännu lägga följande betraktelse. Många förhållanden på vår jord visa, att jorden för en oberäknelig tid sedan varit i flytande tillstånd. Den utomordentliga värme, som rådde på jordens yta, hindrade densamma att öfvergå i fast form. I den smälta kroppen verkade krafter, hvilka sökte närma dess delar mot medelpunkten. Därför måste jorden vid sin daning antagit klotform. Samma iakttagelse kan göras beträffande hvarje i fritt tillstånd varande flytformig kropp. Sålunda är t. ex. en fritt sväfvande vattendroppe klotformig.

Ehuru numera ingen tviflar på jordens klotform, tyckes det sakförhållande vara för mången främmande, att människorna på andra sidan om jorden stå med fötterna vända mot våra fötter. Därtill kan först anmärkas, att människorna på motsatta sidan om jorden (våra antipoder) hafva ej mindre orsak att förvåna sig öfver, huru vi kunna stå utan att falla ikull, ty den riktning, som hos våra antipoder är „uppåt“, är hos oss „nedåt“. Något *uppåt* och *nedåt* finnes likväl ej i rymden. Vi benämna den riktning „nedåt“, som går mot jordens medelpunkt och den motsatta riktningen „uppåt“. Dessa riktningar förändras efter den plats, vi intaga på jordytan. Det är attraktions eller tyngdkraften, som kvarhåller oss på jorden. Samma kraft tvingar

stenen att falla, kvarhåller hafven i jordytans fördjupningar samt luftkretsen kring jorden. Ej heller behöfver man frukta, att jorden, ehuru ounderstödd, kunde falla. Jordens egen kraft kan naturligtvis ej förorsaka jordens fall. Därtill behöfdes en utanför verkande kraft. En sådan finnes visserligen, neml. solens attraktionskraft. Vi komma i det följande att finna, att denna kraft alstrar en motkraft, som kvarhåller jorden beständigt i sin bana.

Kunde man uppnå jordens nordpol, skulle man finna, att himmelspolen är i zenit. Däraf följer, att jordens axel förlängd går genom de båda him-

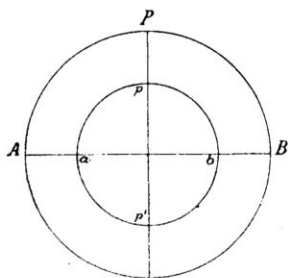


Fig. 4.

melspolerna. I fig. 4 är apb jorden och APB himmeln. Himmelsaxeln är PP' och jordens axel pp' . Jordens ekvator ligger i himmelsekvatorns plan. En meridianbåge pap' på jorden är parallel med motsvarande himmelsmeridian PAP' .

På grund af noggranna undersökningar

har man funnit, att jorden ej är ett fullkomligt klot, utan, såsom man säger, *tillplattad vid polerna*. Ekvatorns diameter är något längre än jordaxeln eller afståndet mellan polerna. Emedan ekvatorn är på ett större afstånd från jordens medelpunkt än polerna, är delvis af denna orsak tyngdkraften vid ekvatorn mindre än vid polerna. Detta har man genom direkta försök kunnat bevisa. Om t. ex. ett pendelur förflyttas närmare ekvatorn, fördröjes dess gång och uret drager sig. Genom särskilda beräkningar

har man funnit, att jorden är en kropp, hvilken man kan tänka sig alstrad därigenom, att en ellips vrider sig ett hvarf kring sin mindre axel *).

Det är af särskild vikt att noggrant känna jordens storlek, emedan öfriga himlakroppars storlek bestämmes medels jordens storlek såsom mått. Därför har man offrat stora kostnader och mycket arbete för jordens mätning. Dessa mätningar benämnas *gradmätningar*. Vi vilja för

enkelhetens skull antagå, att jorden är ett fullständigt klot (fig. 5) och C dess medelpunkt. K och L må vara två punkter på samma meridian. Den yttre cirkeln är motsvarande himmelsmeridian. Punkten A är zenit för punkten K och B för punkten L. Om D är en stjärna i meridianen, kan medels instrument bågarne AD:s och

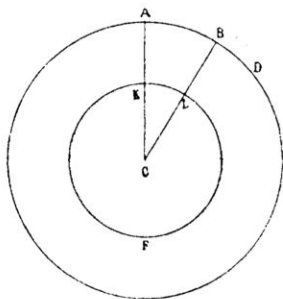


Fig. 5.

BD:s och således äfven AB:s gradtal bestämmas. Bågen KL har samma gradtal som AB. Om man genom direkt mätning bestämt, huru lång i metriskt mått bågen KL är, kan man beräkna längden af motsvarande meridian KLFK och däraf åter meridi-

*) För att upprita en ellips slår man två nålar på något afstånd från hvarandra och fäster vid dessa en tråd, som ej är spänd. Om tråden hålles spänd medels ett stift och detta föres ikring, beskrifves af stiftet en sluten linie, som benämnas *ellips*. De båda fasta punkterna kallas ellipsens *brännpunkter*.

anens radie. Om jorden antages vara ett fullständigt klot, är således beräkningen af jordens storlek högst enkel. Redan 175 f. Kr. bestämde Grekiska geometern Eratosthenes jordens omkrets. Enligt hans beräkning vore densamma 250,000 stadier eller i vårt mått 46,400 kilometer, som likväl är för stort. Emedan jorden ej är ett fullständigt klot, kan dess verkliga form bestämmas endast genom att utföra mätningar i olika trakter af jorden. På grund af gjorda mätningar och beräkningar har man funnit, att:

Ekvatorns radie är 6,378,250 meter
 Polarradien „ 6,356,500 „

Då skillnaden mellan dessa värden divideras med det större värdet, erhålles $\frac{1}{294}$, som utgör mått för jordens *afplattning*. Om man tänker sig en ellips, hvars längre axel är 294 cm och kortare 293 cm, och låter densamma vrida sig kring sin kortare axel, framställer den erhållna kroppen en bild af jorden.

Jordens hela yta är 511,000,000 kvadratkilometer, hvaraf 384,000,000 kvadratkilometer äro vatten. Fastlandet utgör följaktligen endast $\frac{2}{7}$ af jordens hela yta.

Jordens volym är ungefär 1 billion kubikkilometer. Skulle man ännu därtill känna jordens massa (eller vikt), kunde jordens medeltäthet bestämmas och tvärtom jordens massa, ifall tätheten vore känd.

Vi skola till först i korthet förklara hvad man förstår med ett ämnes täthet. Såsom känt är rymden af en liter lika med en kub, hvars kant är 1 decimeter. En kubikdecimeter eller en liter vatten väger 1 kg. Om en kubikdecimeter af något annat

ämne väger t. ex. 3 kg, utgör ämnets täthet 3. Blyets täthet är 11, emedan en blybit väger 11 gånger så mycket som vatten af samma volym. Genom försök och beräkningar har man funnit, att jordens medeltäthet är 5,6. På grund af detta tal finner man, att jordens massa är 6,000 trillioner ton.

Jordens täthet är ej öfverallt densamma. Största delen af jordens yta betäckes af det jämförelsevis lätta vattnet. Äfven jordens bergarter hafva en mindre täthet än jordens medeltäthet. Däraf framgår, att jordens täthet tilltager från ytan mot medelpunkten. Det är också mycket sannolikt, att djupare under jorden påträffas hufvudsakligen tunga metaller. Man kan taga för gifvet, att medan jorden ännu var en smält kropp, dess tyngre delar sjönko mot medelpunkten.

Vi hafva redan nämnt, att jordens axel har samma riktning som himmelsaxeln, jordens ekvator faller i himmelsekvatorns plan samt att jordens meridianer äro parallella med himmelsmeridianerna. Jordens meridianer äro halfcirkelbågar, hvilka ligga mellan jordpolerna. Om man tänker sig jordklotet skuret medels plan parallelt med ekvatorn, erhållas cirkellinier, hvilka äro desto större ju närmare ekvatorn de ligga. Dessa cirkellinier benämnas *parallelcirklar*. En viss meridian och parallelcirkel skära hvarandra i *en* punkt. Om man därför känner på hvilken meridian och på hvilken parallelcirkel en ort ligger, är ortens läge fullkomligt bestämdt. Hvarje punkt på jorden har sin egen meridian och parallelcirkel. De bågar af parallelcirklarne, hvilka ligga mellan två gifna meridianer, äro i allmänhet

olika långa, men utgöra dock alla likastora delar af motsvarande parallelcirklar d. ä. äro af samma gradtal. Om (fig. 6) EF är ekvatorn, GH och IK parallelcirklar samt ALB och AMB två meridianer, så äro de bågar af GH och IK, hvilka ligga mellan ALB och AMB, af samma gradtal och särskildt lika med ekvatorbågen LM. Afståndet mellan de båda meridianerna bestämmes genom bågen LM. En viss meridian tages till utgångspunkt och ifrån denna

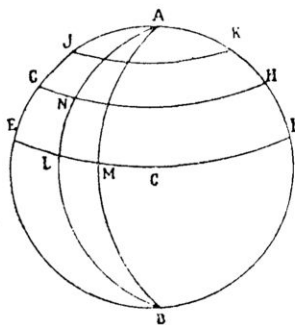


Fig. 6.

räknas alla öfriga meridianer. Vid geografiska ortsbestämningar tages oftats till första meridian d. s. k. Ferromeridianen, som ligger 20° väster om Paris centralobservatorium. Äfven andra meridianer kunna tagas till grundlinie. I vetenskapligt afseende tages vanligen till första meridian den som går genom Greenwich observatorium nära London.

I Finland kan man taga till första meridian observatoriets i Helsingfors; nämnda meridian ligger $42^{\circ} 37' 3''$ österom Ferromeridianen. Läget af en viss meridian uttryckes genom att angifva huru många grader, minuter och sekunder meridianen ligger *österom* den första meridianen, gradtalet beräknadt på mellanliggande parallelcirklar (eller ekvator) båge. Detta gradtal anger meridianens *longitud* eller geografiska *längd*. Om t. ex. (fig. 6) AEB är Ferromeridianen och bågen EM är 25° , så är

meridianen AMB:s longitud 25° . Den meridian, som med en viss meridian bildar en fullständig cirkel, ligger 180° österut. Således är longituden af AMB:s motstående meridian 205° .

Läget af en parallelcirkel bestämmes i afseende på ekvatorn. Två parallelcirklar afskära på alla meridianer lika stora bågar. I (fig. 6) är bågen GE = bågen NL. En parallelcirkel bestämmes genom att angifva, huru många grader, minuter och sekunder densamma ligger från ekvatorn, afståndet räknadt längs en meridian. Dessutom bör angifvas, om parallelcirkeln är belägen norr eller söder om ekvatorn. Nämda gradtal benämnas *latitud* eller geografisk *bredd*. Om t. ex. (fig. 6) bågen NL är 21° , är parallelcirkeln GNH:s latitud 21° och nordlig.

Alla punkter af samma meridian hafva samma longitud och alla punkter på samma parallelcirkel samma latitud. Om vi begagna oss af ofvan anförda tal, är punkten N:s longitud 25° och latitud 21° och nordlig.

Beteckningarne longitud och latitud härröra där-af, att under Romerska världsväldet hade den då kända världen sin största utsträckning i öster och väster, då däremot dess bredd var jemförelsevis mindre i norr och söder.

Huru en ords latitud och longitud kan bestämmas, skola vi i det följande framställa.

2. Jordens rörelse kring sin axel och kring solen.

Forntidens lära om jordens härskande ställning i världsrymden grundade sig på det antagandet, att

jorden är orörlig samt att alla öfriga himlakroppar röra sig kring jorden. Grunddragen af denna lära sammanställdes af den Alexandrinska forskaren *Ptolemeus* ungefär 130 e. Kr. Ptolemeus system ansågs vara en oomkullkastelig sanning tills *Kopernikus* (lefde mellan 1472—1543) fullständigt kullhäfde densamma. Kopernikus grundsats lyder:

Himlens dagliga rörelse är blott skenbar och förorsakad af jordens verkliga rörelse kring sin axel.

I det följande skola vi framställa några bevis för sanningen af detta påstående.

1. Redan Kopernikus anmärkte, att himmelns rörelse från öster till väster lätt kan förklaras genom att antaga, att jorden vrider sig kring sin axel från väster till öster. Han förtydligade detta på följande sätt. Om vi befinna oss på ett skepp, som går längs en kuststräcka, synas föremålen på stranden röra sig i motsatt riktning. Visste vi ej, att fartyget är orörligt och föremålen röra sig, skulle vi tro, att fartygat står stilla, men föremålen röra sig. Kopernikus sade: hvilketdera antagande är naturligare, att vår lilla jord vrider sig kring sin axel, hvarvid föremålen på jorden röra sig med en mycket begränsad hastighet eller att den omätliga rymden med alla dess stjärnor på samma tid rör sig kring jorden. I detta senare fall skulle stjärnorna måsta hafva en ofanligt stor hastighet. Af de själflysande himlakropparne är solen oss närmast. Om solen på 24 timmar skulle röra sig kring jorden, skulle hon i sekunden genomlöpa 10,800 kilometer. Den närmaste fixstjärnan är 275,000 gånger aflägsnare än solen. Om denna stjärna i dygnet skulle röra sig ett hvarf, skulle den i sekunden röra sig med den enorma hastigheten af 300,000,000 mil. Redan

dessa tal bevisa omöjligheten af antagandet, att himmeln rör sig kring jorden. Vi måste därför antaga, att det är jorden, som rör sig. Vi komma då till ganska anspråkslösa tal. Emedan jordens ekvator är 40,074 km, rör sig en punkt på ekvatorn med 465 meters och en punkt på Helsingfors latitud med ungefär hälften så stor hastighet.

2. Då jorden vrider sig kring sin axel, rör sig en punkt med desto större hastighet ju högre belägen punkten är eller således ju längre ifrån jordens medelpunkt densamma är. Spetsen af ett torn rör sig därför hastigare än tornets bas, men bottnet af ett schakt långsammare än sekaktets öppning. Om man ifrån spetsen af ett torn faller en sten, så äger stenen större hastighet än spetsen och faller därför ej precis till den ifrån spetsen dragna lodliniens fotpunkt utan litet åt öster. Vi skola antaga, att (fig. 7) BA är ett

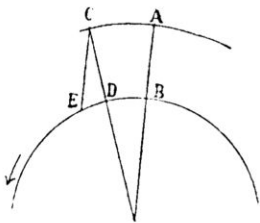


Fig. 7.

högt föremål och att jorden rör sig i pilens riktning. Vidare antaga vi, att punkten B rört sig till D under det stenen fallit från A till marken. Den fallande stenen har en dubbelrörelse. Om A rörde sig med samma hastighet som B, skulle stenen träffa punkten D. Men emedan stenen har en större hastighet, kan denna ej träffa punkten D, utan faller ett litet stycke mot öster, till punkten E. Genom anställda försök har man kunnat konstatera detta. Om vid ekvatorn en kropp fälles från 100 meters höjd, blir afvikelsen emot öster 33 millimeter. Dy-

lika försök utgöra tydliga bevis därpå, att jorden rör sig kring sin axel.

3. Vi hafva tidigare visat, att tyngdkraften är störst vid ekvatorn samt aftager mot polerna. Vi hafva äfven nämnt, att en af orsakerna till detta förhållande är ekvatorns större afstånd från jordens medelpunkt. Förnämsta orsaken har man dock att söka i den s. k. centrifugalkraften, som uppstår genom jordens vridning kring sin axel. Om vi med stor hastighet färdas i en sluten bana, vi må springa, rida eller åka, förnimma vi, att en kraft söker draga oss utåt från banan. Denna kraft är desto större ju hastigare vi röra oss. Emedan en punkt på ekvatorn har en större hastighet än andra punkter från jordytan, följer däraf, att centrifugalkraften är vid ekvatorn störst. Emedan centrifugalkraften verkar i en riktning, som är motsatt tyngdkraften, minskas tyngdkraften mest vid ekvatorn och är således därstädes minst. Man har funnit, att tyngdkraften vid ekvatorn är $\frac{1}{289}$ mindre än tyngdkraften vid polerna. Häraf kan man sluta, att jorden rör sig kring sin axel. Jordens afplattning är också en följd af centrifugalkraften. Då jorden ännu var i flytande form, utbredde den sig mot ekvatorn och afplattades vid polerna. Granskar man öfriga till solsystemet hörande himlakroppar, finner man, att de äro desto mera afplattade vid polerna ju större deras rotationshastighet är. Emedan deras afplattning är en följd af rörelsen kring deras axlar, slutar man däraf, att orsaken till jordens afplattning är densamma d. ä. jordens rotation.

4. Vi vilja äfven anföra ett försök, som först utfördes i Pantheon i Paris af den franska forskaren *Foucault* och hvarigenom jordens rotation tydligt

ådagalagts. Foucault upphängde vid en i taket fäst ståltråd af 68 meters längd en 30 kg. tung kula, som nedtill slutade i en spets. Man lät pendeln svänga i meridianens plan; till en svängning åtgick 16 sekunder. Vid hvarje svängning vidrörde pendelns spets en vall af sand. Därvid iaktogs, att oupphörligt nya ställen af vallen vidrördes och det tycktes som om pendelns svängningsplan skulle rört sig från öster till väster. Pendelns svängningsplan förblef oföränderligt, men vallen rörde sig till följd af jordens rotation från väster till öster. Om pendelförsöket skulle anställas vid polen, skulle svängningsplanet tyckas vrida sig ett hvarf omkring på 24 timmar. Om försöket utföres i Helsingfors, skulle den skenbara vridningen utgöra endast 300^o.

I inledningen har det framhållits, att man genom iakttagelser funnit, att solen under loppet af ett år förändrar sin ställning i afseende på fixstjärnorna, och tyckes således under nämnda tid röra sig ett hvarf kring jorden. Såsom enhvar vet, är denna solens rörelse endast skenbar, förorsakad af jordens rörelse kring solen. Denna sanning uttalades först af Kopernikus. Han visade, huru svårt det är att förklara d. s. k. planeternas rörelser under antagandet, att jorden är orörlig. Solens skenbara rörelse kan lätt förklaras, ifall man antager, att solen utgör rörelsens centrum. Om (fig. 8) jordens bana är ABC och solens S, synes solen vara i Vädurens tecken, då jorden är i punkten A. Då jorden kommit till B, synes solen hafva uppnått Oxens tecken. Då jorden är i C, synes solen i Tvillingarnes tecken.

Då jorden rör sig ett hvarf i sin bana, har solen skenbart rör sig ett hvarf kring jorden. Man finner af figuren, att jordens verkliga rörelse försiggår i samma riktning som solens skenbara rörelse, således från väster till öster.

Sedan man lärt sig känna, att den allmänna attraktionskraften härskar öfverallt i rymden, erhöles en säker grund för antagandet af jordens rörelse kring solen. Om en sten uppkastas, faller

den tillbaka, ty det ofantligt mycket större jordklotet behärskar stenens rörelse. Likaså tvingar den större jorden den mycket mindre månen att kretsa kring jorden. Emedan solens massa är 325,000 gånger större än jordens, kan jorden ingalunda tvinga solen att röra sig utan tvärtom är det jorden, som måste röra sig kring

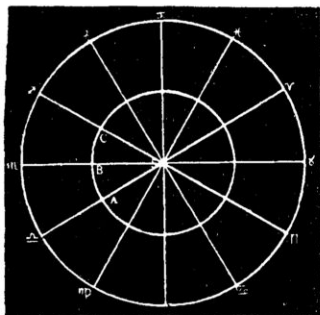


Fig. 8.

solen. Äfven andra bevis finnas för förstnämnda påståendets riktighet. Ett sådant skola vi framställa här.

Vi hafva nämnt, att en fixstjärna alltid behåller samma ställning på himmelen. Men ger man med kikare noga akt på en stjärna under olika tider af året, skall man finna, att stjärnan under nämnda tid syns röra sig i en liten bana. Orsaken till denna företeelse är ljusets s. k. *aberration*. Om det under ett regnväder är fullkomligt lugnt, falla dropparne lodrätt ned. Om vi hastigt springa, tyckas drop-

parne falla snedt mot oss. Regnets riktning synes således hafva blifvit förändrad. Af samma orsak måste vi luta en kikare i den riktning, i hvilken jorden rör sig, för att ljusstrålarne från en stjärna må träffa vårt öga. Ljusets hastighet i sekunden är 300,000 km. och jordens i sin bana 30 km, således blott $\frac{1}{10000}$ af ljusets hastighet. Under det ljusstrålen genomlöpt kikaren, har ögat förflyttats ett vägstycke som är $\frac{1}{10000}$ af kikarens längd, och ljusstrålen kan således ej träffa ögat. För att detta må ske, måste vi luta kikaren framåt. Om man med en kikare följer en viss stjärna har kikarens och således äfven synliniens riktning under förloppet af ett år beskrifvit en liten ellips på himmelen. Då man genom iakttagelser funnit, att alla stjärnor synas på himmelen under ett år beskrifva små elliptiska banor, slutar man däraf, att jorden rör sig kring solen.

Jordens bana kring solen eller *eliptikan* är ej en fullkomlig cirkel, utan ellips, hvars excentricitet är mycket liten. Ekliptikan är därför *nästan* cirkelformig. Solen är i ekliptikans ena brännpunkt. Däraf följer, att jordens afstånd från solen är olika stor under årets skilda tider. I början af januari är jorden närmast solen, men i början af juli längst från solen. Den punkt på ekliptikan, som är närmast solen, kallas *perihelium* och den aflägsnaste punkten *aphelium*. I metriska mil är jordens

| | | |
|----------------|-------------|------------|
| minsta afstånd | | 14,570,000 |
| största | „ | 15,180,000 |
| medel | „ | 14,825,000 |

I början af januari är jorden således 610,000 mil närmare solen än i början af juli.

Jordbanans längd är 93,400,000 mil. I sekunden utgör jordens medelhastighet $29\frac{1}{2}$ kilometer.

3. En ords bestämning på jordytan.

Vi veta, att en punkt på jorden är bestämd genom sin meridian samt den parallelcirkel, som går genom punkten. Läget af dessa linier kan bestämmas genom astronomiska iakttagelser, således genom observation af himlakroppar. Därför är det möjligt att på hafvet, där man ej på veckotal får land i sigte, hvarje ögonblick bestämma skeppets ort. Vi skola först redogöra för latitudens bestämmande.

Om genom jordens medelpunkt tänkes lagdt ett plan parallelt med vår synliga horisont, så är detta plan vinkelrätt mot den till vår ståndpunkt dragna jordradien. Om (fig. 9) ALB är jordens och AB ekvatorns diameter, är punkten B:s horisont PP'. Likaså är punkten L:s horisont KK'. Jordens axel är FG och himmelspolerna P och P'. Om en betraktare är i B, synes himmelspolen i B:s horisont. Om betraktaren flyttar sig från B till L, har han tillryggalagdt meridianbågen BL. Hans horisont i L är KK' och himmelspolens höjd öfver horisonten angifves af bågen KP, hvars gradtal är lika med BL:s. Då nu bågen BL:s gradtal utgör punkten L:s latitud och bågen KP utvisar, huru högt öfver L:s horisont himmelspolen är, följer däraf:

En orsts geografiska latitud är lika med himmelspolens höjd öfver horisonten.

Emedan det är jemförelsevis lätt att med instrument bestämma himmelspolens höjd, kan man således äfven lätt bestämma, på hvilken parallel-cirkel man befinner sig.

Vi vilja nu undersöka, huru en orsts longitud bestämmes.

Då jorden vrider sig kring sin axel från väster till öster, röra sig dess meridianer sålunda, att en östligare orsts meridian tidigare än en västligare orsts träffar den orörliga solen. Då solen är i en orsts meridian, har man på nämnda ort middag. På en östligare ort inträffar således middagen tidigare än på en västligare ort. Emedan jorden på 24 timmar vrider sig 360° , rör den sig i timmen 15° . Jorden vrider sig följaktligen 1° på 4 minuter. Alla orter på samma meridian hafva samtidigt middag. Om en ort ligger 15° östligare, är klockan 1 timme förut, för 30° mot öster är klockan 2 timmar förut o. s. v. Om orten ligger 15° västerut, är klockan 1 timme efter. Om uret i Helsingfors visar 12 på dagen, är klockan i t. ex.

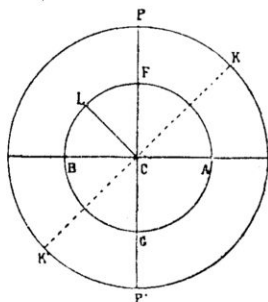


Fig. 9.

| | | |
|--------------------|--------------------------------|------------|
| Petersburg | 0 ^h 21 ^m | e. middag. |
| Peking | 6 ^h 6 ^m | ” ” |
| New York | 5 ^h 24 ^m | f. ” |

| | |
|---------------------|--|
| London | 10 ^h 20 ^m f. middag. |
| Stockholm | 11 ^h 32 ^m " " |

Känner man tidskillnaden mellan tvenne orter, kan man lätt bestämma, huru många grader orternas meridianer ligga från hvarandra och således äfven deras skillnad i longitud. Om tidskillnaden är 1 timme, är longitudskillnaden 15^o; om tidskillnaden är 1^m, är longitudskillnaden 15'; om tidskillnaden är 1^s, är longitudskillnaden 15". Om klockan på en ort är t. ex. 1^h 5^m, då uret i Helsingfors visar 12, så är nämnda ort 15^o + 5.15' = 16^o 15' österom Helsingfors. Om på en viss ort middagen inträffar, då klockan i Helsingfors är 2^h 12' e. m., är orten 2.15^o + 12.15' = 33^o västerom Helsingfors. Med tillhjälp af ett rättgående ur kan man på grund af det föregående lätt bestämma en Orts longitud. Vi skola antaga, att man på ett skepp har ur, hvilka visa Greenwichs tid. Vill man veta, på hvilken meridian skeppet befinner sig, bestämmes medels instrument, när ortens middag inträffar. Då man känner Greenwichs tiden för detta ögonblick, kan man beräkna huru mycket öster eller västerom *Greenwich* skeppet befinner sig.

4. Dagarnes och nätternas längd samt årstidernas växling.

Såsom förut nämndt lutar jordens ekvator 23¹/₂^o eller noggrannare 23^o 27' mot ekliptikans plan. Där af följer, att jordens axel bildar en 66^o 33'

vinkel med ekliptikan. Jordaxelns riktning är oförändrad och i denna riktning ligga de båda himmelspolerna. I närheten af himmelns nordpol ligger Polstjärnan. Ehuru jordbanans genomskärning är 30 miljoner mil, synes dock Polstjärnan, sedd från motsatta punkter af ekliptikan, vara precis på samma ställe. Detta är möjligt på den grund, att Polstjärnan är på ett så enormt afstånd från oss. Dess afstånd från jorden är 2,000,000 gånger jordbanans genomskärning. Om stjärnan observeras från motsatta punkter af ekliptikan, är värkan densamma som om ett lysande föremål skulle ses på 2 mils afstånd och ögat därunder flyttades 1 centimeter åt sidan. Äfven i detta fall skulle föremålet ej synbart hafva förändrat plats.

Solen belyser endast ena hälften af jorden. Om någon punkt på jordytan under jordens rörelse kring sin axel inträder i den upplysta zonen, har man på nämnda ort dag, men natt, ifall punkten är på den mörka sidan af jordklotet. Om jordens axel stode vinkelrätt mot ekliptikan, vore dagarne och nätterna öfverallt på jorden lika långa. Men till följd af axelns lutning äro dagarne och nätterna öfverhufvudtaget olika långa. Vi skola nu undersöka, på hvilket sätt dagarnes och nätternas längd växlar under de olika årstiderna.

Då jorden rör sig kring solen, förblir riktningen af jordens axel oförändrad, men dess ställning mot solen förändras oupphörligt. Däri ligger orsaken till olikheten i dagarnes och nätternas längd samt årstidernas växling. Ger man akt på fig. 10, finner man, att de båda jordpolerna äro växelvis belysta under 6 månader. Då nordpolen är belyst, har man på norra halfklotet vår och sommar, men på södra

höst och vinter. Om omvänt sydpolen är belyst, har man på norra halfklotet höst och vinter, men vår och sommar på det södra. Då jorden befinner sig i de båda dagjämningspunkterna, går gränsen för den belysta delen genom de båda polerna. Detta förhållande framställa de båda ställningarne I och III. Då jorden är i I, börjar våren, och då jorden är i III, inträffar hösten. Vid dagjämningen äro dagar och nätter lika långa öfverallt på jorden. Då jorden är i ställningen II, har nordpolen sin största

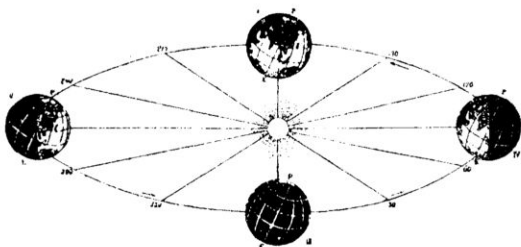


Fig. 10.

lutning mot solen; sommarsolståndet har då inträffat. På norra halfklotet har man årets längsta dag, men på södra halfklotet årets kortaste dag. Då jorden är i ställningen IV, inträffar vintersolståndet, och då är dagen på norra halfklotet kortast, men på södra halfklotet längst.

Om fig. 11 framställer jorden i ställningen II d. v. s. vid sommarsolståndet, är AB gränsen för den af solen belysta delen. Alla de punkter på jorden, hvilka äro närmare nordpolen P än A, äro under hela dygnet belysta. Bågen AP är lika stor med bågen KI, genom hvilken ekvatorns lutning

mot ekliptikan' mätes. Därför är AP $23\frac{1}{2}^{\circ}$. Den parallelcirkel, som är dragen genom punkterna A och A', kallas *norra polcirkeln*. För alla orter inom denna cirkel, står solen minst *ett* dygn ofvanom horisonten. Ju närmare orten ligger till nordpolen, under desto längre tid går solen ej ned. *Södra polcirkeln* är $23\frac{1}{2}^{\circ}$ från sydpolen. För orten inom nämnda cirkel stannar solen vid tiden för sommar- solståndet minst under *ett* dygn under horisonten.

Vi skola på nytt taga fig. 11 i betraktande. Vid sommarsolståndet synes solen vid middagen i L:s zenit. För alla orter på parallelcirkeln LL' äger detta rum. På södra halfklotet inträffar detta på parallelcirkeln MM'. De båda parallelcirk- larne kallas *vändkretsar*; LL' är *Kräftans* och MM' *Stenbockens* vändkrets. Vid

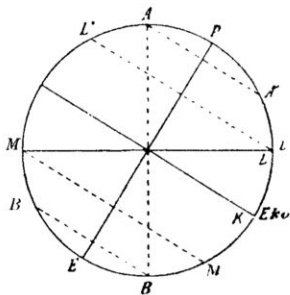


Fig. 11.

ekvatorn stiger solen två gånger till zenit, nämligen vid de båda dagjämningarne. För öfriga orter mellan de båda vändkretsarne inträffar detta äfven två gånger, men för själfva vändkretsarne blott en gång årligen.

Genom polcirkelne och vändkretsarne delas jorden i fem bälten eller zoner. De båda bälten, hvilka ligga inom polcirkelne, kallas *kalla* zoner. Mellan polcirkelne och vändkretsarne ligga de *tempererade* zonerna. De båda vändkretsarne begränsa den *heta* zonen. Af jordens yta utgör den heta zonen $\frac{2}{5}$, de tempererade zonerna tillsammans $\frac{13}{25}$ och de kalla $\frac{2}{25}$.

Jorden rör sig ej med samma hastighet i ekliptikans skilda delar. Ju närmare jorden är till solen, desto större är jordens hastighet. Därför rör sig jorden hastigast i perihelium och långsammast i aphelium. Skilnaden i hastigheten är ej stor, emedan jordens bana endast litet afviker från en fullständig cirkel. Likväl följer af den olikartade hastigheten, att jorden behöfver för att röra sig från vår- till höstdagjämningspunkten $186\frac{1}{2}$ dygn, men endast $178\frac{3}{4}$ dygn för att genomlöpa den andra delen af sin bana. Därför är på norra halfklotet våren och sommaren $7\frac{3}{4}$ dygn längre än hösten och vintern. Således är den varma perioden något längre på norra än på södra halfklotet.

5. Ljüsforetelser i luftkretsen.

Jorden är på alla sidor omgifven af luftkretsen. Vid jordytan är luftens täthet störst, neml. $\frac{1}{777}$ af vattnets. Ju högre upp i atmosfären man stiger, desto tunnare blir luften. Huru högt luftkretsen sträcker sig, är svårt att säga. Med luftballong har man ej kunnat uppnå en höjd öfverstigande 12,000 meter. Likväl har man observerat ljüsfenomen på en höjd af 100 kilometer. Man har kunnat bevisa förekomsten af luft på t. o. m. 300 kilometers höjd, man har nemligen observerat norrsken i så högt belägna regioner.

Luften innehåller till hufvudsaklig del två gaser, syre och kväfve; syret utgör $\frac{1}{5}$ och kväfvet $\frac{4}{5}$ af hela luftmassan. Utom dessa gaser ingå i luften

något kolsyra och vattenånga samt mindre partier af några andra gaser.

Om jorden ej skulle omgifvas af luft, vore himmeln kolsvart. Himlahvalfvet är blått på grund däraf, att luften genomsläpper hufvudsakligen de blåa strålarne af solljuset. Om luften innehåller större mängd vattenånga, öfvergår den blåa färgen i grått, emedan vattenångan i hög grad utsläcker ljusstrålarne.

Bland företeelser, hvilka bero på ljusets gång genom luftkretsen, nämna vi först *skymningen*. Efter solnedgången följer ej omedelbart mörkret och likaså dagas det redan innan solen gått upp. Då solen är nära horisonten, men ännu under densamma, träffa dess strålar luftens högre lager. Ifrån dessa återkastas strålarna och spridas ikring. Vi emottaga en del af det sålunda återkastade ljuset. Man har funnit, att äfven om solen är 18° under horisonten, återkasta de högre luftlagren något ljus. Om solen är $6\frac{1}{2}^{\circ}$ under horisonten, kunna vi arbeta såsom vid dagsljus. I ju snedare riktning mot horisonten solen går ned, desto längre räcker det, innan solen kommit $6\frac{1}{2}^{\circ}$ under horisonten. Emedan solen vid ekvatorn går upp och ned i lodrät riktning, räcker skymningen där endast 25^m . I polartrakterna varar skymningen mycket längre tid.

Atmosfärens verkan på ljuset ger sig äfven på annat sätt tillkänna. Himlakropparne synas ej på deras verkliga platser, utan något högre än de i verkligheten äro. Detta fenomen kallas *refraktion*, och är en följd af ljusets brytning i luftkretsen.

Om en ljusstråle öfvergår från ett tunnare ämne till ett tätare, fortsätter den ej i sin ursprungliga riktning utan afviker från denna eller, såsom man

säger, brytes. Emedan luften är desto tunnare, ju högre man stiger, träffar en från en stjärna kommande ljusstråle allt tätare lager och brytes mer och mer åt lodlinien till. Om (fig. 12) EE är jordens yta, öfver hvilken skilda luftlager hvila, genomlöper

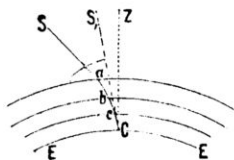


Fig. 12.

en ifrån stjärnan S kommande ljusstråle linien SabcC. Till ögat C synes ljusstrålen komma i dess sista riktning cC och stjärnan tyckes befinna sig i punkten S'. Ju lägre vid horisonten stjärnan är, desto mera tyckes den vara förskjuten från sin rätta

ställning. Af ljusets refraktion följer, att solen synes fullständigt vara öfver horisonten i det ögonblick den redan nedgått. Äfven af denna orsak förlänges något litet den ljusa delen af dygnet.

Månen.

1. Månens rörelse kring jorden.

Månens faser.

Enligt Ptolemeus lära utgör jorden världens centrum och kring henne röra sig månen, solen och alla öfriga himlakroppar. Ehuru denna lära är i sina grunddrag falsk, är den dock i ett afseende sann, nemligen i det afseende, att månen rör sig kring jorden. Liksom solen och stjärnorna synes äfven månen under ett dygn röra sig från öster till väster. Denna månens dagliga rörelse är skenbar och en följd af jordens vridning kring sin axel. Ger man under någon tid akt på månens ställning i afseende på fixstjärnorna, finner man, att han förändrat sin ställning. Om månen vid en viss tid är i närheten af någon stjärna, har den redan inom förloppet af några timmar synbart fortskridit åt öster. Månen rör sig oupphörligt åt öster och efter $27\frac{1}{3}$ dygn är den åter i sin förra ställning. Häraf följer, att månen på $27\frac{1}{3}$ dygn rör sig ett hvarf kring jorden.

Månen är en mörk kropp, som erhåller sitt ljus från solen. Då solstrålarne falla på månen, återkastas de från dess yta och därigenom blir månen synlig. Månens ljus är högst ringa i förhållande till solens. Man har beräknat, att 550,000 fullmånar lysa tillsammans med samma sken som solen.

Enhvar känner, att månens skenbara form är föränderlig. Orsaken till dessa s. k. månens faser har sedan urminnestider varit känd. Då det är fullmåne, går månen upp i öster vid samma tid som solen går ned i väster. Således äro vid fullmåne solen och månen på motsatta sidor om jorden. Då månen har formen af en halfcirkel, står den 90° från solen. Vid nymåne stiger månen samtidigt med solen och är således mellan jorden och solen. Orsaken till månskiftena beror således af månens olika ställning till solen. Vid nymåne är månens belysta hälft vänd bort från jorden och månen följkarteligen osynlig. Då månen därefter rör sig mot öster, blir en allt större del af månens belysta del synlig. Högra sidan af månen framträder allt mer och mer. Då 7 dygn förflutit sedan nymåne, är månen halfcirkelformig, Sju dygn därefter är månens hela belysta hälft vänd mot jorden och månen är full. Då månen rör sig vidare mot öster, aftager dess högra sida och 7 dygn efter fullmåne är månen åter halfcirkelformig. Under de påföljande 7 dyggen aftager månen oupphörligt och försvinner vid nymånens inträde. Då månen är halfcirkelformig, är den i de båda *kvarteren*, i det *första* 7 dygn efter nymåne och i det *sista* 7 dygn efter fullmåne. Den tid, under hvilken månen tilltager, kallas *ny* och den tid, under hvilken månen aftager, *nedan*.

Fig. 13 framställer månfaserna. Solen tänkes vara till vänster. I figuren synes månens belysta del samt hurudan månen synes för en betraktare på jorden. Af figuren framgår äfven, att månen är vid nymåne i ortens meridian kl. 12 på dagen, men vid fullmåne kl. 12 om natten. Af månseg-

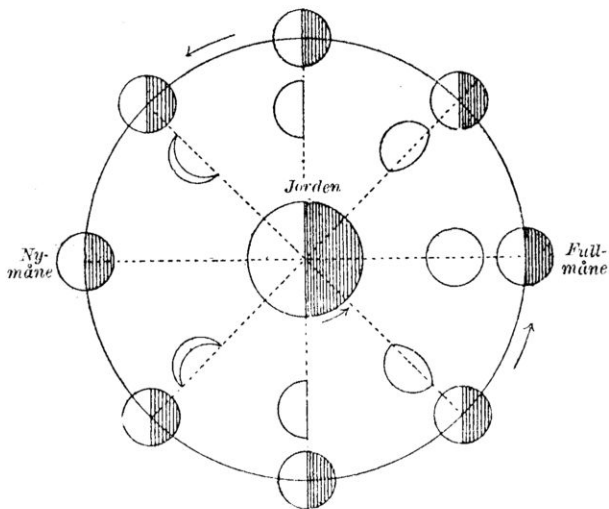


Fig. 13.

mentets form kan man lätt finna, om månen växer eller aftager. Månen växer, då dess vänstra sida är ofullständig, men aftager, då den ofullständiga delen är på högra sidan.

Såsom förut nämndt rör sig månen kring jorden på $27\frac{1}{3}$ dygn. Emellan två på hvarandra följande nymånar eller öfverhufvud mellan samma två på

hvarandra följande månskiften förflyter $29\frac{1}{2}$ dygn. Månens omloppstid kring jorden är således ungefär 2 dygn kortare än tiden mellan två nymånar. Detta härrör däraf, att jorden rör sig kring solen i samma riktning som månen kring jorden. Emedan jorden under $27\frac{1}{3}$ dygn tillryggalagt en viss väg af sin bana, måste månen röra sig ännu ungefär två dygn för att komma emellan solen och jorden. Månens verkliga omloppstid kring jorden kallas *siderisk månad*, men tiden mellan samma på hvarandra följande faser en *synodisk månad*.

I ett år ingår ej ett helt antal synodiska månader. Därför inträffa ej månskiftena på samma dagar under olika år. Först efter 19 års förlopp inträffa månens faser på samma dagar. Denna 19 åriga period benämnes efter dess upptäckare *Meton-cykeln*. Meton uppvisade år 433 f. Kr., att i 19 år ingå jämnt 235 synodiska månader.

Då efter nymåne en skärformig båge af månen framträder, synes invid denna äfven månens öfriga del, gråaktig och mattlysande. Denna företeelse förorsakas däraf, att jorden återkastar solljuset, som upplyser den eljes mörka delen af månen. Emedan jordens yta är 13 gånger så stor som månens, återkastar jorden jämförelsevis mycket ljus till månen.

2. Månens och dess banas storlek.

Tänker man sig med jordens medelpunkt som medelpunkt en cirkel dragen genom månens medelpunkt, faller af denna cirkel inom månen en $31'$

stor båge. Skulle man omvänt tänka sig månens medelpunkt vara tagen till medelpunkt för en cirkel genom jordens medelpunkt, skulle jorden upptaga på denna cirkel en $1^{\circ} 54'$ stor båge. Emedan $1^{\circ} 54'; 31' = 3\frac{2}{3}$, framgår däraf, att månens axel är $\frac{3}{11}$ af jordens axel. Månens yta är $\frac{1}{13}$ af jordens samt månens volym $\frac{1}{49}$ af jordens.

Månens medelafstånd från jorden är 38,400 mil. Detta afstånd är, bedömdt efter mätten i världsrymden, högst obetydligt. Ljuset genomlöper sträckan från månen till jorden på $1\frac{1}{4}''$. För att hinna till jorden behöfver ljuset ifrån den oss närmast belägna fixstjärnan $3\frac{3}{4}$ år.

Man har äfven kunnat beräkna månens massa eller vikt och funnit, att densamma utgör $\frac{1}{81}$ af jordens. Emedan månens volym är $\frac{1}{49}$ af jordens volym, men månens massa blott $\frac{1}{81}$ af jordens massa, följer däraf, att månens medeltäthet är endast $\frac{49}{81}$ eller ungefär $\frac{3}{5}$ af jordens täthet. Månen väger ungefär lika mycket som ett granitblock af samma volym.

Attraktionskraften på månens yta är endast $\frac{1}{6}$ af tyngdkraften på vår jord. En kropp, som på vår jord väger 60 kg, skulle förflyttad till månen väga endast 10 kg.

Om månens diameter uppmätes under olika tider, finner man, att den i någon mån är föränderlig. Däraf följer, att månens bana ej kan vara en fullständig cirkel. Månens bana är en ellips, i hvars ena brännpunkt jorden befinner sig. Månbanan är för öfrigt mycket mera excentrisk än eliptikan. Då man känner månens bana och omloppstid, kan månens hastighet beräknas. Denna är i medeltal 1 kilometer i sekunden, således blott $\frac{1}{30}$ af jordens hastighet.

Granskar man månen, finner man på dess yta dunklare fläckar, hvilkas läge och form alltid förblifva oföränderliga. Däraf följer, att vi endast se ena hälften af månens yta, den andra förblifver för alltid osynlig för oss. Häraf kan man sluta, att månen rör sig kring jorden ungefär på samma sätt som ett skepp skulle segla omkring jorden. Skeppets botten förblir alltid vändt mot jordens medelpunkt. Då månen rört sig ett hvarf kring jorden, har den där- under vridit sig ett hvarf kring sin axel. Månens rotationstid kring sin axel är således $27\frac{1}{3}$ dygn.

3. Sol- och månförmörkelser.

Sol- och månförmörkelser utgöra företeelser, hvilka alltid ådragit sig människans synnerliga uppmärksamhet. I forntiden, då man ännu ej kunde förutsäga tiden för förmörkelserna, åstadkommo dessa på himmeln oförmodadt inträffande fenomen stor förskräckelse. Kineserna trodde, att vid solförmörkelse den onda anden „Kwei“ sökte uppsluka solen. Sedan man lärt sig förutsäga solförmörkelserna och funnit, att förutbestämningarne slå in, betraktas fenomenet utan fruktan, blott med nyfikenhet.

Redan för tvåtusén år funnos stjärnforskare, för hvilka fenomenet var fullkomligt tydligt och hvilka äfven hade funnit en metod att förutbestämma förmörkelserna. Man visste, att månförmörkelse inträffar, då jorden kommer emellan solen och månen och solförmörkelse, då månen träder emellan solen och jorden.

Emedan vid en solförmörkelse månen är emellan solen och jorden, kan förmörkelsen inträffa endast vid nymåne. Fig. 14 framställer fenomenet. Solen är i A, månen är K och jorden M. Då solens strålar träffar månen, bildas en skugga, som innehåller två skilda delar, nämligen kärnskuggan, hvilken ej träffas af några strålar, och halfskuggan, som upplyses af blott en del af strålarne. Kärnskuggan är konformig; halfskuggan omgifver denna kon. Om kärnskuggan träffar jordens yta, synes solen fullständigt förmörkad för alla orter inom skuggan. För de orter, som ligga inom halfskuggan, är solen endast delvis för-

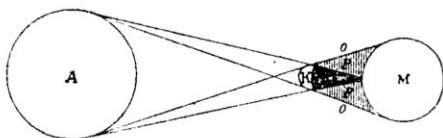


Fig. 14.

mörkad, till desto större del ju närmare orten är till den af kärnskuggan omslutna delen af jordytan. I fall kärnskuggan ej når fullständigt jorden, synes till orten under skuggkäglans spets midten af solen förmörkad. Den förmörkade delen omgifves af en lysande ring. En solförmörkelse kan följaktligen vara *total*, *partiel* och *ringformig*.

Om månens bana skulle falla i ekliptikans plan, skulle vid hvarje nymåne inträffa en solförmörkelse. Solförmörkelserna vore i sådant fall mycket vanliga företeelser. Detta är likväl ej fallet, ty månbanans plan bildar med ekliptikans plan en vinkel af 5° . Den rätta linie, längs hvilken de båda planen skära

hvarandra, kallas *nodlinie*. Om månen vid tiden för nymåne råkar vara i närheten af nodlinien, inträffar solförmörkelse, ty i detta fall ligga jorden, månen och solen i nära på samma riktning. Emedan jorden mellan två på hvarandra följande nymånar jämförelsevis litet rört sig åt öster, kan det inträffa, att två solförmörkelser följa efter hvarandra med en månads mellantid.

Emedan månen är en jämförelsevis liten kropp, är genomskärningen af dess skugga ej stor. På jordens afstånd från månen är skuggan högst 220 kilometer bred. Därpå åter följer, att en total solförmörkelse kan i samma ögonblick blott ses från en liten yta af jorden. Då månen rör sig i sin bana och jorden samtidigt vridet sig kring sin axel, uppstår på jordens yta ett oregelbundet smalt bälte, där förmörkelsen synes total. På en ort varar en total förmörkelse högst 4 minuter.

Kaldeiska stjärnforskare kunde temmeligen riktigt förutsäga solförmörkelser. På grund af förut iakttagna förmörkelser beräknade de, när en solförmörkelse återigen kunde väntas. De hade ledt sig till den slutsatsen, att efter förloppet af 18 år och 11 dygn förmörkelsen upprepades på samma sätt. Denna tidsperiod benämndes *Saros-cykeln*. Nutidens astronomer kunna på sekunden förutsäga tiden för inträffande förmörkelser, orten där dessa blifva synliga och tillgången vid förmörkelserna. Förutbestämningarna anträffas t. ex. i almanackan och äro utan undantag fullkomligt säkra.

Vi skola nu undersöka månförmörkelsernas ursprung och natur. Månen förmörkas, då densamma under sitt lopp kring jorden inträder i dennes skugga. Då jordens diameter är ungefär 4 gånger så stor

som månens, bildar jordskuggan en väldig kon; dess längd är 108 gånger jordradien. Emedan månen är på 60 jordradiers afstånd från jordens medelpunkt, inses lätt, att månen hel och hållen kan omgifvas af jordens skugga. I detta fall förmörkas hela månen eller *total* månförmörkelse inträffar. Om endast en del af månen inträder i skuggkägla, förmörkas endast en del af månen och *partiel* förmörkelse inträffar. Fig. 15 förklarar uppkomsten af månförmörkelse. Solen är i A och jorden är M. Då månen först inträder i jordens halfskugga, fördunklas den något. Vid inträdet i kärnskuggan

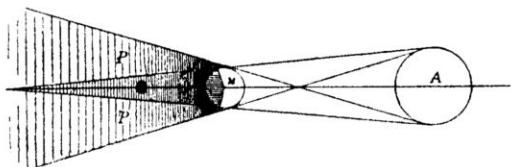


Fig. 15.

förmörkas en mindre eller större del af månen, beroende på den ställning, i hvilken månen är i afseende på solen och jorden. En total månförmörkelse kan räcka 2 timmar. Då månen förmörkas, blir den blott undantagsvis fullkomligt mörk, utan är vanligtvis kopparröd. Orsaken hertill är, att solens, företrädesvis dess röda, strålar, brytas i jordens atmosfär och upplysa den förmörkade månen.

Emedan en månförmörkelse kan inträffa endast, ifall solen, jorden och månen ligga i samma räta linie, inses lätt, att en månförmörkelse inträder blott, om månen är vid fullmåne i närheten af nodlinien.

Då en månförmörkelse inträffar, synes densamma samtidigt på hela den jordhalfva, som är vänd mot månen. Såsom nämnt är däremot den yta, hvarifrån en solförmörkelse kan ses, mycket begränsad. Här af följer, att för en viss trakt månförmörkelserna äro vanligare än solförmörkelserna, och likvisst inträffa de sistnämnda företeelserna för jorden i sin helhet oftare. Solförmörkelse inträffar hvarje år, men det finnes år utan några månförmörkelser. Detta förorsakas däraf, att jorden är så mycket större än månen. Om jorden och månen äro i närheten af nodlinien, råkar den stora jorden lättare i månskuggan än den lilla månen i jordens skugga.

Naturligtvis gäller Saros-cykeln äfven för månförmörkelserna, hvilka således kunna lätt förut bestämmas.

4. Månens inverkan på jorden.

Då det är fråga om månens inverkan på jorden, bör åtskillnad göras mellan de verkliga verkningarne, hvilka vetenskapen bevisat vara riktiga, och de mångahanda verkningar, hvilka tillskrivas månen, men hvilka vetenskapligt bevisats vara endast inbillningsfoster. Genom sin attraktionskraft utöfvar månen en nog kännbar inverkan på jordens lättrörliga delar, hafven. Genom månens inverkan stiger och faller vattnet i hafvena regelbundet hvarje dygn. Detta fenomen kallas *ebb* och *flod*. Flodens höjd är högst olika i de skilda hafven. I Östersjön är floden knappt märkbar, i Medelhafvet kännbarare, dock ej be-

tydande. I Oceanerna och isynnerhet i deras vikar är fenomenet ofta mycket framträdande. Företeelsen försiggår på följande sätt. Vid en viss tidpunkt under hvarje dygn börjar vattnet stiga. Sedan vattnet uppnått sin höjdpunkt börjar det åter att sjunka. Under ett dygn eller rättare under $24\frac{3}{4}$ timmar stiger vattnet två gånger d. ä. inträffar *flod* och sjunker två gånger d. ä. inträffar *ebb*. Tiden emellan tvenne floder och likaså emellan tvenne ebbar är 12 timmar 25^m .

Under det himmeln skenbart på 24 timmar rör sig kring jorden, rör sig månen kring jorden i

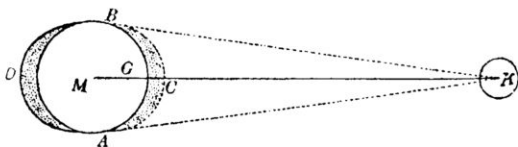


Fig. 16.

motsatt riktning. Därför förflyter mer än 24 timmar innan månen återvänder till en-orts meridian, näml. $24\frac{3}{4}$ timmar. Tiden mellan floderna är således fullkomligt lika lång som tiden mellan månens gång genom meridianen. Redan detta bevisar, att ebben och floden bero af månen. Huru månen åstadkommer företeelsen, skola vi nu förklara.

Låt M vara jordens medelpunkt och K månen. Den del af jordens yta, som är vänd mot månen, är närmare månen än punkten M. Därför attraherar månen starkare ytan ACB, hvilken vi tänka oss vara ett haf, än punkten M. Emedan vattnet är ett lätt rörligt ämne, kommer hafvet i rörelse och höjer sig. Ytan ADB på motsatta sidan om jorden är längre

från månen än jordens medelpunkt. Därför attraheras nämnda yta mindre än M, och hafvet ADB synes blifva liksom efter d. v. s. hafvet på denna sidan om jorden höjer sig äfven. Därför uppstår flod samtidigt i punkterna C och D. Då vattnet höjer sig i C och D, måste det sjunka i punkterna A och B, där således samtidigt inträffar ebb. Såsom man lätt inser, är K i punkterna C och D:s meridian. Därför är vid flodbildningen månens inverkan störst, då den är i meridianen, men minst, om den är 90° från en Orts meridian.

Ej allenast månen utan äfven solen äger inflytelse vid hafvets höjning och sänkning. På grund af solens mångfaldt större afstånd, är solens inverkan mindre. Då t. ex. vid ekvatorn flodens höjd är 74 cm, belöper sig häraf på månens inverkan 50 cm och på solens 24 cm.

Ifall månen och solen samtidigt äro i meridianen, ökas flodens höjd, men minskas, om nämnda himlakroppar äro 90° från hvarandra. Häraf följer, att floden är högst vid full- och nymåne, men lägst vid de båda kvarteren.

I regel borde floden inträffa, då månen står i meridianen och ebbem $6\frac{1}{4}$ timme därefter. Detta inträffar dock ej i verkligheten. Ehuru det finnes orter, där floden inträffar samtidigt med månens gång genom meridianen, såsom exempelvis i Gibraltar sundet, inträffar vanligen floden en kortare eller längre tid efter meridiangenomgången. Vattnet kan nämligen ej omedelbart följa månens attraktion, utan det åtgår någon tid innan vattnet hunnit stiga, och omvänt, ifall vattnet försatts i rörelse, dröjer det en tid innan vattnet åter hunnit sjunka tillbaka. Därför uppnår vattnet i öppna haf sin största höjd

några timmar efter meridiangenomgången. Vid kusterna blir fenomenet mera inveckladt, emedan öar och stränder inverka rubbande på flodens gång. Om särskildt vattnet blir tvunget att intränga i djupa vikar, uppstår en stark strömning från hafvet mot land. Man benämner *hamntid* den tid, med hvilken floden fördröjts, räknad från meridiangenomgången, samt flodhöjd skillnaden mellan vattnets högsta och lägsta stånd. Exempelvis är i

Bordeaux: hamntiden $7^t 45^m$ och flodhöjden 4,5 meter;

Seines utlopp: hamntiden $9^t 8^m$ och flodhöjden 7 meter;

London: hamntiden $12^t 15^m$ och flodhöjden 5,6 meter.

Floden kan stiga till betydlig höjd. Sålunda är t. ex. i Fundybai vid Nordamerikas ostkust flodens höjd 21 meter.

5. Månens beskaffenhet.

Betraktar man månen med obevärnat öga, ser man på dess yta ljusare och mörkare delar. Innan kikaren upptäcktes, kunde man ej förstå hvad dessa olika delar egentligen voro. Med tillhjälp af kikare har man undersökt månens yta och konstruerat kartor, hvilka i många afseenden äro noggrannare än våra kartor öfver jorden.

Jämföres månens och jordens yta, finner man att dessa i många afseenden äro likadana. Likväl förefinnas väsentliga skiljaktigheter. Om en jordinnevänare kunde förflytta sig till månen, vore na-

turen för honom högst främmande. Han skulle se de underbaraste bergsformationer. Framför honom skulle utbreda sig vilda bergstrakter med starkt stupande bergsvägggar. Öfverallt möttes hans öga af utslocknade vulkaners *kratrar*. Himmeln skulle synas bäcksvart. Bergen skulle kasta långa svarta skuggor, hvilka tydligt visade bergens form. Slätterna vore uppfyllda af djupa kolmörka fördjupningar.

Redan för århundraden sedan visste man, att de ljusare delarne af månen äro berg och de mörkare djupare belägna trakter. Då man trodde, att på månen liksom på jorden förekommer vatten, antog man att månfläckarne äro haf och benämnde dem „mare“ (haf). Mindre fläckar kallades „lacus“ (sjö), „sinus“ (vik) eller „palus“ (träsk). Ehuru man numera känner, att vatten ej finnes på månen, hafva likväl de gamla ortsnamnen bibehållits. På månen har man exempelvis Mare crisium d. ä. Farliga hafvet, Mare serenitatis d. ä. Lugna hafvet, Mare Tranquillitatis d. ä. Stilla hafvet o. s. v. Månens berg hafva benämnts med geografiska eller vetenskapsmäns namn. Sålunda har man bergen Aristoteles, Huyghens, Karpaterna, Apenninerna o. s. v.

Största delen af månbergen äro olika bergen på vår jord. Förutom bergskedjor anträffas på månen följande säregna bergsformer: *ringdalar*, *ringberg* och *kratrar*. En ringdal utgöres af en jämförelsevis jämn yta, omgifven af en bergskedja. På den omslutna slätten förekomma mindre upphöjningar och fördjupningar. Själftva den omgifvande bergsryggen är på flere ställen genombruten. Ringberget är en på alla sidor sluten bergskam. Inom denna anträffas nästan alltid ett centralberg. Ringberg, af hvilka på jorden anträffas knappt något, äro högst talrika på månen.

Ringbergets kam är mycket hög, 4,000—8,000 meter; däremot är centralberget vanligtvis betydligt lägre. På yttre sidan är kammen långt sluttande, men dess inre sida är mycket brandt. Af ringberg må nämnas berget Tycho, hvilket ligger i månens södra hälft. Vid fullmåne kan berget med blotta ögat synas, som en starkt lysande fläck, ifrån hvilken strålar utgå åt alla sidor.

Utom förstnämnda bergsformer anträffas på månen s. k. kratrar. Dessa äro koniska fördjupningar med branta väggar. Kratrar anträffas på månen till tiotusental såväl på slätter som i bergstrakter.

De högsta bergstopparne på månen äro *Dörfel* och *Leibnitz*, hvardera 7,600 meter, *Newton* 7,300 samt *Clavius* 7,100 meter. För jämförelses skull må nämnas, att jordens högsta berg Gaurisankar är 8,840 meter. Tager man i betraktande, att månen är mycket mindre än jorden, så finner man, att månbergen äro jämförelsevis högre än jordens berg. Det högsta berget på jorden har en höjd, som är $\frac{1}{720}$ af jordens radie, då däremot höjden af det högsta berget på månen utgör $\frac{1}{230}$ af månens radie.

På månen anträffas vissa egendomliga bildningar. Betraktar man en månkarta, ser man ett antal regelbundna sträckor; dessa äro bergsryggar. Men dessutom anträffas flere hårfina linier. Dessa äro *klyftor*, hvilkas bredd ofta är 4,000 meter och djup 400 meter. Klyftorna förena närliggande kratrar med hvarandra.

Fråga vi oss, huru alla dessa egendomliga bildningar uppstått, måste vi taga i öfvervägande motsvarande förhållanden på vår jord. Alla formationer på jorden hafva uppstått genom eldens och vattnets

inverkan. Lemnas den jämförelsevis mindre roll, luften spelar vid jordytans bildning, obeaktad, kunna vi påstå, att utom elden och vattnet vi ej känna andra krafter, genom hvilka himlakropparnes fysiska olikhet betingats. Emedan på månen förekommer hvarken luft eller vatten, måste det antagas, att alla bildningar på månen hafva uppstått genom eldens verkan. Endast de bergsformationer på jorden, hvilka äro af vulkaniskt ursprung, likna i något afseende t. ex. de för månen så kännetecknande ringbergen. Liksom jorden var äfven månen fordom en smält kropp, på hvilken en utomordentlig värme härskade. Vid samma tid bildades bergen. De genom värmen framkallade krafterna voro på månen mycket verksammare än på jorden, ty för den mindre tyngdkraftens skull på månen kunde den från månens inre framströmmande smälta massan stiga till en större höjd. Noggranna iakttagelser, hvilka blifvit gjorda under nuvarande tid, synas gifva vid handen, att allt ännu vulkaniska krafter äro verksamma på månens yta och att under längre tidrymder förändringar på månens yta försiggå.

Vi hafva i det föregående nämnt, att på månen finnes hvarken luft eller vatten. Till denna slutledning har man kommit på grund däraf, att på månen alldrig iakttagits någon molnbildning. Äfven andra förhållanden ge vid handen, att ifall månen omgifves af en luftkrets, densamma måste vara ytterst tunn; dess täthet kan ej i något fall vara större än $\frac{1}{300}$ af luftens täthet,

Lifsvilkoren äro på månen i alla afseenden ogynsamma. I brist på luft är lifvet omöjligt på vår granne. Äfven om en ytterst tunn luft skulle omgifva månen, vore likväl värmeförhållandena där så svåra, att knappast något lif vore tänkbart. På månen räcker dagen 14 dygn och natten lika så länge. Då luft ej finnes eller endast högst ringa, kunna solstrålarne fritt intränga till månens yta och omvänt kan värmen utan hinder utstråla från månens yta i världsrymden. Som en följd häraf uppstode en utomordentlig hetta om dagen och köld om natten. Man har beräknat, att skillnaden mellan den största och minsta värmen på månen är 300° , under det motsvarande skillnad på jorden är högst 100° och de trakter på jorden, där detta inträffar, äro så godt som obeboeliga.

Solen.

1. Solens storlek och afstånd från jorden.

Af alla himlakroppar framstår solen genom sin stora värme och sitt ljus. Men ej allenast i detta afseende utan äfven genom sin stora attraktionskraft intager solen en viktig roll. Attraktionskraften mellan solen och jorden är ömsesidig. Solen drager jorden med samma kraft som jorden attraherar solen, men denna kraft förmår ej rubba solen från sin ställning utan tvärtom måste den så mycket mindre jorden komma i rörelse. Det är genom sin enorma storlek, solen intager sin härskande roll. Vi vilja till först granska, huru stor solen är.

Emedan solen är ett klot, behöfver man för att bestämma solens storlek endast känna dess radie. Solens radie kan bestämmas, såsnart man känner solens afstånd från jorden. Om nämnda afstånd är känt, kan man beräkna den cirkelperiferi, som tänkes dragen genom solen och hvars medelpunkt ligger i jordens medelpunkt. Cirkelns periferi är 360.60 minuter. Solens diameter är 32' eller $\frac{1}{675}$ af hela

periferin. Solens afstånd från jorden har man kunnat på särskilda sätt bestämma. Vi nämna endast följande beräkningssätt. Genom försök har man funnit, att ljuset fortplantas i sekunden med en hastighet af 30,000 mil. Genom särskilda iakttagelser har man vidare funnit, att ljuset behöfver för att genomlöpa jordbanans diameter en tid af $16^m 26^s$. Man kan således bestämma denna diameter och följaktligen äfven jordens afstånd från solen. För en noggrann bestämning af detta afstånd hafva stora kostnader och mycket arbete uppförats. Emedan detta afstånd måste vara bekant, då planeternas afstånd från solen skall bestämmas, är kändedom af jordens afstånd högst viktig.

Säsom tidigare nämnts är jordens medelafstånd från solen 14,825,000 mil. Jordens bana är 93,400,000 mil. Om man af detta tal tager $\frac{1}{675}$, erhålles solens diameter lika med 138,000 mil, eller 108 gånger så stor som jordens diameter. Om 108 klot, enhvar lika med solen, skulle ställas i en rad, skulle afståndet mellan jorden och solen blifva utfyllt. För samma ändamål måste man taga 11,640 klot af jordens storlek. Om jorden tänkes vara ett klot med 1 decimeters genomskärning, bör solen framställas genom ett klot, hvars diameter är ungefär 11 meter, och dessa båda klot böra ställas på ett afstånd af 1,200 meter från hvarandra. Om solens enorma storlek få vi äfven på följande sätt en föreställning. Månens afstånd från jorden är 60 jordradier. Om jorden tänkes placerad i solens medelpunkt, har månen tillräckligt rum för att röra sig kring jorden och ifrån månen vore det ännu till solens rand närapå lika lång väg, som från månen till jorden.

Solens yta är 12,000 gånger så stor som jordens och dess volym 1,260,000 gånger jordens eller 1,370,000,000,000,000 kubikmil.

Solens och jordens ömsesidiga storlek framställer fig. 17.

Storleken af solens attraktionskraft beror hufvudsakligen af den ännemängd, solen innehåller. En kropps ännemängd kallas dess *massa*. Genom sär-

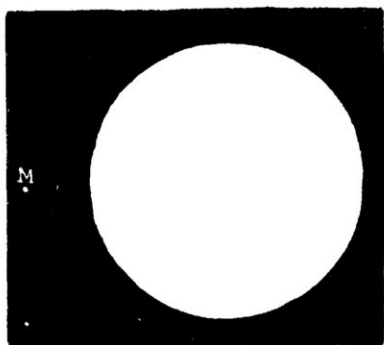


Fig. 17.

skilda beräkningar har man funnit, att solens massa är 325,000 gånger så stor som jordens massa. Då nu solens volym är ungefär 4 gånger större, följer däraf, att solens täthet utgör endast $\frac{1}{4}$ af jordens täthet. Emedan jordens täthet är 5,6, är solens följaktligen 1,4 eller något större än vattnets. Emedan jordens massa utgör ungefär 6,000 trillioner ton, är solens 2,000 kvadrillioner ton.

Då man känner, huru stor solens radie och massa är, kan man lätt beräkna, huru stor tyngd-

kraften på solens yta är. Om solens radie vore endast så stor som jordens, men dess massa likväl 325,000 gånger större än jordens, vore äfven tyngkraften på solens yta 325,000 gånger större än tyngdkraften på jorden. Men då solens yta är på ett 108 gånger större afstånd från solens medelpunkt än jordens yta från jordens medelpunkt, blir tyngdkraften 108.108 gånger mindre. Då 325,000 divideras med 108.108, erhålles till kvot 27, som således utvisar, huru många gånger större tyngdkraften är på solens än på jordens yta. En person, som på jordens yta väger 100 kilogram, skulle på solens yta väga nära 3 ton.

2. Solens ljus och värme.

Solen utstrålar ljus och värme öfverallt i världsrymden. Vi hafva redan nämnt, att solens ljus är 550,000 gånger starkare än fullmånens. Emedan månens ljus är 10,000 gånger starkare än en klar fixstjärnas ljus, framgår däraf, att solens ljus är 5,500 miljoner gånger så starkt som stjärnans ljus. Om man tänker sig 8,500 ljus stälda i en punkt, skulle dessa invid oss lysa lika starkt som solen lyser på 15,000,000 mils afstånd.

Den ifrån solen utgående värmen är äfven mycket stor. Man har beräknat, att värmen på solens yta är $6,000^{\circ}$ — $10,000^{\circ}$. I solens inre är värmen sannolikt mycket högre. Om denna värme jämföres med värmeförhållandena på vår jord, framstår ännu tydligare dess storlek. Vi känna,

att tennet smälter vid 225° , guldets vid $1,245^{\circ}$, järnet vid $1,500^{\circ}$ och iridium vid $1,950^{\circ}$. Den största hos oss framställda värmen är den elektriska gnistans, $2,500^{\circ}$ — $3,000^{\circ}$. Den värme, som under ett år tillföres vår jord, är så stor att den kunde smälta ett islager af 31 meters mäktighet, som på alla sidor betäckte jordytan.

Den värme, som ifrån solen kommer vår jord till goda, är en ringa del af den värme, som solen utstrålar i rymden. Tänka vi oss ett klot, i hvars medelpunkt solen är och på hvars yta jorden ligger, finner man, att jordens yta är endast 2,160,000,000:de delen af klotets hela yta. Onskar man veta, huru mycket värme utgår från solen, måste således den till jorden utstrålade värmen multipliceras med förstnämnda tal.

Huru kan solens ljus och värme genomlöpa den oerhörda rymd, som skiljer solen från jorden? Finnes något ämne i rymden, genom hvilket ljuset fortplantas? Vi veta, att jordens atmosfär sträcker sig endast par hundra kilometer, hvarefter den lufttoma rymden vidtager. Vi måste likväl på särskilda grunder antaga, att öfverallt i rymden finnes ett ämne, genom hvilket ljusets och värmens fortplantning försiggår. Detta antagna ämne kallas *eter*. Genom ljusets eller värmens inverkan råkar etern i vågformig rörelse, på samma sätt som vattnet bildar vågor, om dess jämvikt rubbats. Ljusvågorna äro utomordentligt små, men deras rörelse fortplantar sig vidare med en ofantlig hastighet. På en millimeters längd rymmas 1,350—2,700 ljusvågor. Såsom förut nämnt fortplantar sig ljuset med en hastighet af 30,000 mil.

Värmevibrationerna fortplanta sig med samma hastighet som ljusvågorna. Rymden, hvilken värme-

vågorna genomlöpa, har säkert en temperatur under -200° C. Då värmevågorna träffa ett föremål på jordens yta, försätta de dess minsta delar i starkare rörelse och öka därigenom kroppens värme.

3. Solens yta.

Emedan i solen härskar en utomordentlig värme, är den frågan naturlig: är solen en fast eller flytande kropp eller måhända ett oerhört stort gasklot. Man trodde i forntiden, att solen var ett glödande järnklot. Först under de senaste årtiondena har man kommit till insigt om solens verkliga natur.

Solens yta har granskats medels kikare och fotografisk apparat. Granskar man solens yta med en tillräckligt förstörande kikare, synes den nätformig. På densamma ses starkt lysande punkter, afbrutna genom gråare porer. De lysande punkterna eller s. k. *flammorna* äro vanligen runda, stundom ovala. *Porerna* äro nästan alltid runda och ställda i en rad, såsom pärlorna i ett band. Flammorna och porerna bilda tillsammans solens yta d. s. k. *fotosfären*. I fotosfären försiggå

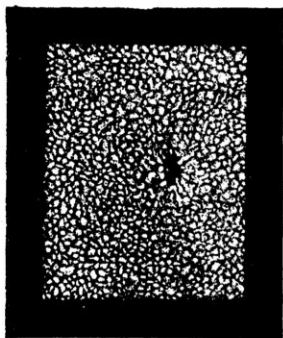


Fig. 18.

beständigt förändringar. Man kan jämföra den med en glödande ström, hvars hvirflar ömsom stiga och sjunka, oupphörligt lemnande plats för nya hvirflar. Fig. 18 framställer en del af solens yta.

Solens lysande yta är ej fullkomligt klar, utan på densamma anträffas en större eller mindre mängd mörka fläckar. Första gången observerades fläckar på solen år 1610 af en dansk präst Fabricius. Vi vilja nu närmare granska dessa s. k. *solfläckar*. En

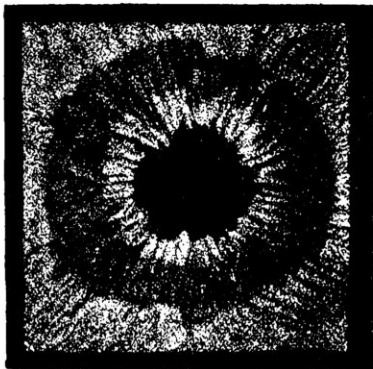


Fig. 19.

solfläck utgöres af en mörkare kärna och en ljusare rand d. s. k. *penumbran*. Fig. 19 framställer en regelbunden solfläck. Fläckarnes storlek är mycket varierande. Någon gång finnas fläckar, hvilka kunna ses endast med de kraftigaste kikare, emellanåt kunna fläckar ses äfven med blotta ögat. Det har funnits solfläckar, hvilkas yta varit 82 gånger så stor som jordens hela yta.

Ger man akt på solen under någon tid, finner man att fläckarne röra sig från väster till öster, men förblifva därunder i samma inbördes läge. Här af har man slutat till, att solen rör sig kring sin axel på 25 dygn. Då solen vrider sig, förändras en solfläcks skenbara form. Då fläcken synes midt på solen, är dess mörka kärna rund, men ju närmare fläcken kommer till solranden, desto smalare synes fläckens kärna vara. Då fläcken är vid solranden, synes kärnan ej vidare. Här af kan man sluta till, att fläckarne äro fördjupningar i fotosfären. Om den konformiga fördjupningen är på midten af solen, synes dess runda botten fullständigt. Då fläcken är närmare solranden, synes fläcken från sidan, och dess botten synes hafva en oval form.

Då en fläck yppar sig på solen, synes fotosfären i dess närhet höja sig eller bilda en s. k. *fackla*. Det ser ut, som om solfläckarne skulle bildas af sammansmältande porer och facklorna af sammanlöpande flammor. Facklorna äro förhöjningar på solens yta.

Såväl solfläckarne som ock de omgifvande facklorna härröra från omhvälfningar, som försiggå på solens yta. Dessa företeelser äro säkert utomordentligt storartade och med dem kunna ej några naturfenomen på jorden ens närmelsevis jämföras. Ehuru fläckarnes kärna är mörkare, utgöres den dock ej af en afsvalnad massa. Genom ljusmätningar har man funnit, att kärnans ljuskraft är minst 5,000 gånger så stor som fullmånens.

Solfläckarne uppträda mycket oregelbundet. Tidtals anträffas knappt några, men under andra tider är solen öfversållad af fläckar. Man har funnit, att deras framträdande är periodisk. Efter $11\frac{1}{9}$ år

har man att vänta sig ett maximum af solfläckar.

Huru solfläckarne uppstå är ännu ej fullt utredt, utan åsigterna därom äro delade. Några forskare antaga, att i fotosfären uppstå genom hvirvelrörelse fördjupningar, hvilka bilda fläckarne. Randen af dessa fördjupningar utgöra upphöjningar i fotosfären och dessa upphöjningar bilda solfacklor.

4. Solens gashölje.

Liksom jorden omgifves af en luftkrets, omgifves solen af ett brinnande gashölje. Detta gashölje kan under vanliga förhållanden ej ses, emedan solens starka ljus fullkomligt fördunklar höljets sken. Men under total solförmörkelse, då månen trädte framför solen, blir gashöljet synligt. Månen synes vid detta tillfälle vara omgifven af en bred silfverglänsande rand, i hvilken här och där utskjuta purpurfärgade molnlika bildningar. Vid noggrannare granskning finner man, att öfver fotosfären utbreder sig ett purpurfärgadt hölje, hvars höjd är endast 8,000 kilometer. Detta gashölje kallas *kromosfär*. Liksom fotosfären är äfven kromosfären underkastad beständiga förändringar. Kromosfären är i en oafbruten vågrörelse och ifrån denna skjuta tidtals ut eldröda moln, hvilka tydligt framstå under solförmörkelse. Dessa utsprång kallas *protuberanser*. De bestå af glödande gaser, hvilka utslungas ur solens inre. De äro produkter af storartade omgestaltningar i solens atmosfär, i hvilken verkliga eldstormar

rasa. Liksom molnen i jordens luftkrets oupphörligt förändra form, växlar äfven protuberansernas form. Några likna brinnande bål, andra äro att förlikna vid en springbrunns vattenstrålar. Många hafva formen af träd och buskar. Protuberansernas höjd uppgår till 30,000—50,000 mil. Några protuberanser förblifva oförändrade under flere dygn, andra växla form under några minuter.

Medelst optiska instrument har man studerat solens yta och funnit, att i kromosfären och protu-

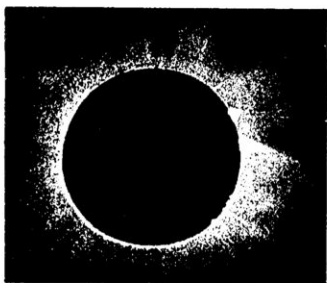


Fig. 20.

beranserna till väsentlig del ingår glödande vätegas. Af alla kända gaser är vätet det lättaste; dess täthet utgör endast $\frac{1}{14}$ af luftens täthet. I kromosfären anträffas dessutom metallgaser samt Heliumgas, ett ämne som först på senaste tid upptäckts på vår jord.

Vi nämnde, att vid total solförmörkelse kromosfären synes omgifven af en silfverfärgad ram. Denna solens yttersta dunstkrets är mycket utbredd och har formen af en krona. Därpå dess namn *korona* (krona). Koronan är ej cirkelformig utan dess yttre

rand är något kvadratisk och ojämn. Fig. 20 framställer solen omgifven af koronan och i densamma utskjutande protuberanser.

Då man granskat koronans natur, har man funnit, att densamma ej är en gas i samma bemärkelse som luften. Koronan innehåller nämligen utomordentligt fina fasta ämnen, hvilka genom solens oerhörda hetta till en del öfvergått i gasform. Dessa fasta partiklar äro mycket glest spridda. Om på en kubikkilometer skulle komma blott en enda partikel, skulle likväl det utomordentligt starka solljuset återkastas från dessa partiklar i tillräcklig mängd för att göra koronan mattlysande. Huru hafva dessa små partiklar tillförts koronan? Det är möjligt, att de utkastats från solen af dess värme- och elektriska krafter.

Tages solens gashölje med i beräkningen, ökas solens diameter med åtminstone hälften af dess längd.

5. Hvarifrån erhåller solen sitt ljus och sin värme?

Om ett klot af stenkol, lika stort som solen, skulle brinna upp under en tidrymd af 4,000 år, skulle därigenom uppstå en värme, som vore lika med den värme, solen hvarje ögonblick utstrålar i världsrymden. Om solen ej skulle tillföras nytt värme, skulle solen fullkomligt utslockna inom några tusen år. Då man likväl ej på århundraden kunnat iakttaga någon minskning i solens värme, måste man antaga, att den utstrålade värmen hvarje ögonblick ersättes genom ny värme. Vi skola granska, ur hvilken källa solen hämtar sin värme.

Vi finna då genast det antagande omöjligt, att solens värme skulle uppstå genom förbränning. I sådant fall vore ju solens bestånd begränsad till en mycket kort tid. En annan förklaringsgrund måste sökas. Man antager nu för tiden såsom sannolikast *Helmholtz'* s. k. *kontraktions* (sammandragnings) *teori*.

Vi veta, att hvarje kropp blir varmare, om den sammanpressas. Om man t. ex. hamrar en spik, upphettas densamma. Om luften starkt sammanpressas i ett metallrör, upphettas den inneslutna luften i så hög grad, att ett vid den inskjutna kolven fäst fnöske tändes. Då solen genom afkylning sammandrager sig, uppstår värme, som ersätter den genom afkylningen förlorade värmen. Då man känner huru mycket värme solen under en viss tid förlorar genom utstrålning, kan lätt beräknas, huru stor solens sammandragning bör vara för att den förlorade värmen må blifva ersatt. Man har beräknat, att solens diameter för detta ändamål bör minskas med 70 meter om året. Under ett århundrade skulle sammandragningen utgöra 7 kilometer och under ett årtusende 70 kilometer. I förhållande till solens diameter utgör detta ett så försvinnande litet tal, att man knappt med våra nuvarande mätning-instrument skulle kunna observera denna förminskning. Genom sammandragningen skulle solens diameter under ett årtusende förminskas endast med $\frac{1}{20000}$ af sin längd.

Fråga vi oss vidare, huru länge det räcker innan solen sammandragit sig till hälften af sin nuvarande volym, finna vi under det antagande, att solen är en flytande kropp, att därtill åtgå 5 miljoner år. Om solen allt ännu sammandrager sig, oeh detta kunna vi antaga som sannolikt, hade solen för obestämbara

tider sedan varit betydligt större. Om vi antaga, att solen ursprungligen utsträckt sig till planetsystemets gräns, skulle 18 millioner år åtgått för solens sammandragning till sin nuvarande storlek.

Huru länge solen kommer att utstråla så mycket värme, att lif kan förekomma på vår jord, är omöjligt att bestämma. Kanske millioner år skola förflyta. Därom kunna vi dock vara förvissade, att solen skall utslockna och lifvet på vår jord, som ju har sin källa i solen, slutligen upphöra.

Planetsystemet.

1. Planeternas skenbara och verkliga rörelser.

Af alla himlakroppar framstå solen och månen genom sin skenbara storlek. Tagas de oregelbundet uppträdande kometerna ej i betraktande, kallas alla öfriga himlakroppar stjärnor. Granskar man närmare stjärnorna, finner man att, under det nästan alla förblifva i samma inbördes ställning, finnes det några stjärnor, hvilka förändra sin ort i förhållande till de fasta stjärnorna. Dessa sistnämnda stjärnor benämnas *vandelstjärnor* eller *planeter*. Alla öfriga stjärnor äro *fixstjärnor*. Ehuru för närvarande mellan 400—500 planeter äro bekanta, kände man i forntiden endast fem planeter, nemligen de, hvilka lätt kunna upptäckas med blotta ögat. Dessa planeters från forntiden ärfda namn och tecken äro följande:

Merkurius ☿, Venus ♀, Mars ♂, Jupiter ♃ och Saturnus ♄.

Såsom i inledningen nämndes ansågo de gamla stjärnforskarna jorden utgöra världens medelpunkt, kring hvilken alla öfriga himlakroppar kretsas. Eme-

dan fixstjärnorna alltid förblifva i samma inbördes ställning och på engång synas röra sig kring jorden, trodde man, att fixstjärnorna voro fästade på en genomskinlig sfär (Sphaera octava = åttonde sfären). Inom denna fixstjärnesfär tänkte man sig sju andra sfärer, på hvilka voro fästade solen, månen och de fem planeterna. På hvarje sfär rörde sig himlakroppen ett hvarf ikring på samma tid, som den

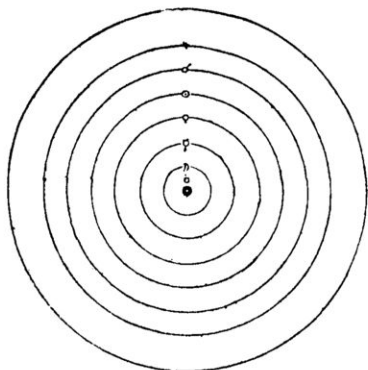


Fig. 21.

synes röra sig ett hvarf kring jorden. Den åttonde eller fixstjärnesfären tänktes vrida sig kring jorden engång i dygnet. Utanför dessa åtta sfärer var en nionde d. s. k. „primum mobile“, som åstadkom alla öfriga sfärers samtida vridning en gång under loppet af ett dygn. Till dessa nio sfärer lades under medeltiden en tionde, „empyreum“, som antogs vara de saligas boning. Utgående från jorden voro himlakropparnes ordning följande: Månen, Mercurius, Venus, Solen, Mars, Jupiter och Saturnus. Detta

s. k. Ptolemeiska planetsystemet framställer fig. 21. Det må tilläggas, att tecknet för jorden är \ominus .

Planeterna synas i allmänhet liksom solen och månen röra sig från väster till öster. Ifrån denna regel finnas dock undantag. Om man en längre tid ger akt på t. ex. Mars rörelse, skall man finna att planeten tidtals synes röra sig från öster till väster och under en viss tid liksom stanna på samma ställe. Detta fenomen kan lätt förklaras under antagandet, att jorden rör sig kring solen.

Vi antaga, att A är solen och M jorden i olika punkter af dess bana samt P någon planet. Vi antaga vidare, att jorden under vissa tider rört sig styckena $M_1 M_2$, $M_2 M_3$. . . samt att planeten under samma tider genomlupit bågarna $P_1 P_2$, $P_2 P_3$, Om motsvarande

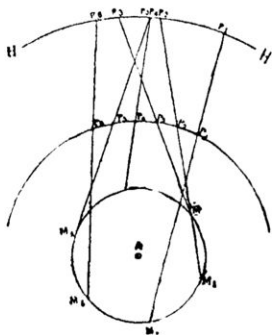


Fig. 22.

punkter M och P sammanbindas, så utvisar den förlängda linien, i hvilka punkter af himmelen HH' planeten synes från jorden. Planeten synes efter hvarandra i punkterna p_1 , p_2 , p_3 . . . Planeten synes således hafva rört sig först mot öster bågen $p_1 p_3$, därpå mot väster bågen $p_3 p_4$, för en tid stannat i p_1 , och därpå åter rört sig mot öster.

Ehuru planeterna synas röra sig oregelbundet på himmeln, finner man dock, om man tager i betraktande jordens rörelse, att äfven planeterna röra sig kring solen regelbundet från väster till öster.

Forntidens falska föreställning om planeternas och solens rörelser har *Ptolemeus* år 130 e. Kr. offentliggjort i sitt berömda arbete „*Megale syntaxis*“, hvilket Araberna under medeltiden benämde *Almagest*. *Ptolemeus* lärde:

Jorden är ett orörligt klot i världsrymden. Kring jorden röra sig alla öfriga himlakroppar i cirkelformiga banor.

Ptolemeus lära om världssystemet antogs allmänt, tills *Kopernikus* för ungefär 400 år sedan visade dess ohållbarhet. Med detsamma *Kopernikus* uttalade, att jorden vrider sig kring sin axel och samtidigt rör sig kring solen, hade han visat huru det förhåller sig med de öfriga planeterna. *Kopernikus* lärde, att solen är det centrum, kring hvilken jorden och de öfriga planeterna röra sig.

Den vetenskapliga byggnad, till hvilken *Kopernikus* lagt grund, förfullständigades af *Kepler*. Han visade efter hvilka lagar planeterna röra sig kring solen. *Keplers* tre ryktbara lagar äro följande:

Planeterna röra sig i elliptiska banor, i hvilkas brännpunkt solen befinner sig;

Den ifrån solen till planeten dragna radien genomlöper på lika långa tider lika stora ytor;

Kvadraten af planeternas omloppstider äro proportionella mot kuberna af planeternas medelafstånd från solen.

Vi hafva tidigare sagt, att jordens bana eller ekliptikan är en ellips. Alla planetbanor äro äfven ellipser med *en* gemensam brännpunkt. Planeternas banor ligga ej i samma och således ej heller i ekliptikans

plan. Banornas lutningsvinkel mot ekliptikan är öfverhufvud liten och därför röra sig planeterna inom en zon, som sträcker sig ungefär 10° på hvar-dera sidan om ekliptikan. Nämda zon benämnes *djurkrets* eller *zodiak*.

Keplers andra lag förklara vi med ledning af fig. 23. ABCD må vara en planets bana, i hvars brännpunkt S solen är. Vi antaga, att planeten rör sig från A till B på lika lång tid som från C till D. Radien mellan planeten och solen har i det förra fallet rört sig öfver ytan ASB och i senare fallet öfver ytan CSD. Enligt Keplers lag äro de båda sektorerna ASB och CSD lika stora. På det att ytorna må blifva lika stora, måste planeten genomlöpa en större båge, om den är närmare solen. Häraf följer, att planetens hastighet är störst, då planeten är närmast solen eller i sitt *perihelium*, men minst, då planeten är längst ifrån solen eller i sitt *aphelium*.

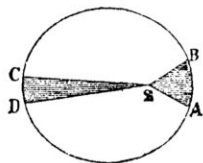


Fig. 23.

Innebörden af Keplers tredje lag skola vi genom några exempel förtydliga. Ifall jordens afstånd från solen tages till mått och sättes lika med 1 samt till tidmått tages 1 år, är Merkurius afstånd från solen 0,387 och nämnda planets omloppstid 0,241. Således bör $0,387^3 : 1 = 0,241^2 : 1$ eller $0,387^3 = 0,241^2$. Då räkningarne utföras, fås samma tal 0,058 på hvar-dera sidan om likhetstecknet. Om man känner jordens afstånd från solen och genom direkta iakttagelser bestämmer en planets omloppstid, kan dess afstånd från solen lätt beräknas medels Keplers tredje lag.

Sedan Kopernikus hade visat, att planeterna röra sig kring solen samt Kepler upptäckt rörelselagarne, förblef ännu den frågan obesvarad, hvarför röra sig planeterna i sina bestämda banor kring solen. Denna fråga besvarades af den utmärkta vetenskapsmannen I. Newton. Han förklarade, att alla himlakroppar draga hvarandra till sig enligt samma oföränderliga lag samt att den kraft, hvarmed jorden drager en kropp på sin yta, är likartad med den allmänna attraktionskraft, som härskar öfverallt i världsrymden. Vi vilja närmare förklara Newtons lag.

Den kraft, hvarmed jorden drager en kropp, mätes genom kroppens vikt. Kroppens vikt åter beror af dess *massa* eller den ämnenmängd, som innehålles i kroppen. Om en kropp har 3 gånger större massa, är dess vikt äfven 3 gånger större. Därför ökas jordens dragningskraft i samma förhållande som kroppens massa. I lufttomt rum falla alla kroppar med samma hastighet. Om vi tänka oss två kroppar, af hvilka den enas massa är 3 gånger så stor som den andras, drager jorden den större kroppen med en 3 gånger så stor kraft, men verkan blir i båda fallen dock densamma, emedan den 3 gånger större kraften har att sätta en 3 gånger större kropp i rörelse. Därför falla de båda kropparna lika hastigt. Newton visade, att jordens attraktionskraft leder månen i dess bana. Han beräknade med huru stor kraft jorden attraherar månen och fann, att denna kraft är 3,600 gånger mindre än den vore, om månen skulle vara vid jordens yta. Nu veta vi, att afståndet mellan månens och jordens medelpunkter utgör 60 jordradier, och då $3,600 = 60^2$, slöt Newton, att *attraktionskraften*

minskas i samma förhållande som kvadraten af afståndet växer. Om man kunde förflytta en kropp af 10 kg vikt på jordradiens afstånd eller 635 mil från jorden, hade dess afstånd från jordens medelpunkt fördubblats och jordens dragningskraft blifvit 4 gånger mindre. Kraftens vikt på detta afstånd vore endast $2\frac{1}{2}$ kg.

Newtons attraktionslag förklarar fullständigt planeternas rörelser och medelst denna lag kunna planeternas banor beräknas samt deras orter hvarje ögonblick bestämmas, äfvensom deras massor uträknas.

2. En öfverblick af planetsystemet.

Till det system, i hvilket solen är centralkropp, hör ett stort antal planeter och kring dessa kretsande månar.

De större planeter, hvilka kunna ses med blotta ögat, igenkännas lätt på deras stadiga sken. Fixstjärnorna tindra, men planeterna tindra ej. Då man betraktar de större planeterna med kikare, synes hos dem en tydlig yta. Säkrast åtskiljer man planeter och fixstjärnor därpå, att de förra äga en märkbar egen rörelse.

Planeterna delas i tvenne grupper. De, som äro närmare än jorden från solen, benämnas *inre*. Inre planeter äro *Merkurius* och *Venus*. De planeter, hvilkas banor ligga utanför jordbanan, kallas *yttre*. Till dessa höra *Mars*, ett stort antal små planeter eller *planetoider*, de stora planeterna *Jupiter*, *Saturnus*, *Uranus* och *Neptanus*.

Alla planeter röra sig kring solen från väster till öster och kring sina axlar i samma riktning. Planeterna skilja sig från hvarandra ej allenast genom deras afstånd från solen utan äfven i afseende på deras massor. Vi skola här framställa planeternas medelafstånd från solen, då jordens afstånd tages till mått. I samma tablå angifves äfven planeternas omloppstider.

| | | | |
|---------------------|--------------------|--------------------|----------|
| Merkurius | 0,387 jordafstånd; | 57,5 milj. kilom.; | 88 dygn |
| Venus | 0,723 | 107,5 | 225 |
| Jorden | 1 | 148,7 | 365 |
| Mars | 1,524 | 226,5 | 1 år 322 |
| Jupiter | 5,203 | 773 | 11 |
| Saturnus | 9,539 | 1418 | 29 |
| Uranus | 19,183 | 2852 | 84 |
| Neptunus | 30,054 | 4470 | 164 |

Det må ännu tilläggas, att jordens afstånd från solen är 214 gånger så stort som solens radie. På grund af närstående tafla kunna således planeternas afstånd från solen äfven bestämmas i solens radie som enhet:

I fall ej någon större noggrannhet fordras, kunna planeternas afstånd erhållas medelst d. s. k. *Titius'* lag. Om Merkurius afstånd betecknas med 4 och därtill lägges i följd 1 . 3, 2 . 3, 4 . 3 o. s. v., fås följande sammanställning:

| | |
|---------------|--------------------------|
| Merkurius | 4 |
| Venus | $4 + 1 \cdot 3 = 7$ |
| Jorden | $4 + 2 \cdot 3 = 10$ |
| Mars | $4 + 4 \cdot 3 = 16$ |
| Planetoiderna | $4 + 8 \cdot 3 = 28$ |
| Jupiter | $4 + 16 \cdot 3 = 52$ |
| Saturnus | $4 + 32 \cdot 3 = 100$ |
| Uranus | $4 + 64 \cdot 3 = 196$. |

Emedan jordens afstånd betecknas med talet 10, utgör det i föregående sammanställning begagnade måttet $\frac{1}{10}$ af jordens afstånd från solen eller i det närmaste $1\frac{1}{2}$ miljoner mil. Medels Titius' lag kan alla öfriga planeters, utom Neptunus, afstånd bestämmas.

Planeternas omloppstider äro desto kortare, ju närmare solen planeterna äro. Planetens hastighet i sin bana är desto större ju närmare planeten är till solen. Merkurius hastighet är exempelvis 46 km, jordens $29\frac{1}{2}$ km och Neptunus 5 km.

Följande tablå framställer planeternas volymer och massor:

| Solens | diameter = 108,4 jorddiametrar; | massa = 325,000 | jordmassor |
|-----------|---------------------------------|-----------------|------------|
| Jupiters | " = 11,1 | " = | 318 " |
| Saturnus | " = 9,3 | " = | 92 " |
| Neptunus | " = 4,3 | " = | 16 " |
| Uranus | " = 4,6 | " = | 15 " |
| Jordens | " = 1 | " = | 1 " |
| Venus | " = 0,9 | " = | 0,78 " |
| Mars | " = 0,5 | " = | 0,11 " |
| Merkurius | " = 0,4 | " = | 0,04 " |

Alla planeters gemensamma massa är endast $\frac{1}{700}$ af solens massa. Den största planeten, Jupiter, har en massa, som är $2\frac{1}{2}$ gång så stor som alla öfriga planeters massor tillsammans.

De närmare solen belägna planeterna hafva en större täthet än de, som ligga längre från solen. Tätheten hos de tre närmast solen varande planeterna afviker ej betydligt från jordens täthet, hvar-
emot Jupiters och Neptunus täthet utgör $\frac{1}{5}$, Saturnus och Uranus täthet endast $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$ af jordens täthet.

Efter denna allmänna öfverblick skola vi särskildt granska de olika planeterna och börja med den solen närmast belägna samt fortskrida sedan till allt aflägsnare planeter.

3. Merkurius.

Af alla planeter är Merkurius närmast solen: den kan ej aflägsna sig från solen mer än 28° . Därför är det svårt att se planeten med blotta ögat. Om solen är uppe, kan planeten lika litet som öfriga stjärnor ses. Endast i skymningen om morgonen eller aftonen kan planeten ses nere vid horisonten. Om planeten är i ett fördelaktigt läge, synes den lysa med nästan lika starkt sken som Sirius. Hos oss, där skymningen varar länge, inträffar sällan något lägligt tillfälle.

Emedan Merkurius omloppstid ej är fullt 3 månader, lyser planeten endast en kort tid som afton- och en kort tid som morgonstjärna. Forntidens forskare trodde därför, att den om morgonen lysande

stjärnan ej var samma himlakropp som den om aftonen lysande stjärnan. Egyptierna benämnde aftonstjärnan „Set“ och morgonstjärnan „Horus“. Grekerna använde namnen „Apollo“ och „Mercurius“.

Af alla planeter har Mercurius den mest excentriska bana. Mercurius afstånd från jorden växlar i hög grad. Dess minsta afstånd kan gå ned till 79 millioner kilometer och dess största afstånd upp till 218 millioner kilometer. Emedan solen är mycket närmare till Mercurius än till jorden, synes solen sedd från Mercurius ungefär 7 gånger större än sedd från jorden. Till Mercurius yta kommer äfven i samma förhållande mera ljus och värme.

Mercurius är en mörk kropp; den blir genom solens återkastade ljus synlig. Solen belyser ena hälften af planeten, men till jorden synes blott undantagsvis hela den belysta delen. Därför synes Mercurius, på samma grund som månen, förändra sin form eller vara i olika faser.

Skulle Mercurius bana sammanfalla med jordbanan, vore däraf en följd, att planeten vid hvarje omlopp skulle komma precis mellan solen och jorden och då skulle man se planeten såsom en mörk punkt passera solskifvan. Men då i själfva verket Mercurius bana lutar (7°) mot ekliptikan, inträffar en Mercurius *passage* blott sällan. Senast observerades fenomenet 1894 den 10 november och kommer nästa gång att inträffa 1907 den 12 november.

Man känner nog litet om Mercurius yta. Planeten synes vara omgifven af en tät molnrik atmosfär. Solens starka värme befordrar på Mercurius yta molnbildning i större grad än på jordens yta. Sannolikt förekommer på planeten land och haf.

Merkurius synes röra sig kring sin axel på samma sätt i förhållande till solen, som månen vridder sig kring sin axel i förhållande till jorden. Planeten vänder nämligen alltid samma sida mot solen och vrider sig följaktligen på samma tid kring sin axel som den rör sig omkring solen. Den mot solen vända delen af Mercurius emottager från solen oafbrutet en stor värmemängd. Ifall ej täta moln skydda planetens yta, skulle säkert solens värme upphetta planetens yta i så hög grad, att vattnet knäppt nog kunde förblifva i flytande form, utan en beständig ångbildning försigginge. På nämnda sida härskar en evig dag, men på motsatta sidan en oafbruten natt och en oerhörd köld. Under sådana förhållanden kan man ej tänka sig, att lif kunde existera på den bortvända planethalvvan. Äfven på den solbelysta delen vore lifsvilkoren i hög grad afvikande från de för oss bekanta.

4. Venus.

Af alla stjärnor är Venus den klaraste. Dess sken är i någon grad föränderligt. Om planeten är i sitt fördelaktigaste läge i anseende till jorden, kan planeten ses vid klart väder t. o. m. på ljusa dagen. Emedan planetens bana ligger innanför jordbanan, kan densamma ej aflägsna sig långt från solen. Dess största afstånd från solen är 48° . Därför synes Venus, liksom Mercurius, följa solen vid dess skenbara rörelse. Emedan solen går ned i väster, synes Venus en tid lysa om aftonen på västra himmeln.

Någon tid därefter synes den försvinna i solens strålar och därefter framträda om morgonen i öster. Detta planetens förhållande har förskaffat åt den namnet „Morgon- och Aftonstjärna“. Då man känner, att Venus rör sig kring solen, kan växlingen i dess framträdande lätt förklaras. Fig. 24 visar planetens (V) ställning i afseende på solen A; jorden är i M. Sedd från jorden synes planeten vara ömsom på högra och vänstra sidan om solen. För forntidens forskare, hvilka trodde, att Venus rör sig kring

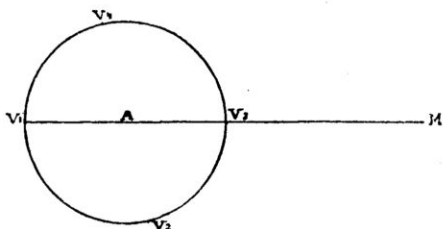


Fig. 24.

jorden, var fenomenet svårförklarligt. I början trodde man, att Morgon- och Aftonstjärnan voro skilda himlakroppar. Romarne tilldelade dem namnen Lucifer och Vesper.

Liksom Merkurius och af samma orsak visar Venus olika faser. Med obehägnadt öga kan man ej särskilja faserna utan planeten synes såsom en rund skifva. Orsaken härtill ligger i ögats ofullkomlighet och Venus ringa skenbara storlek.

Om Venus och jorden äro på motsatta sidor om solen, synes planeten cirkelformig och dess afstånd från jorden är störst, nemligen 257 millioner

kilometer. Då planeten är mellan solen och jorden, är den närmast jorden eller ungefär 40 millioner kilometer från jorden. I det förra fallet synes Venus yta utgöra blott $\frac{1}{42}$ af dess yta i senare fallet. Venus kan naturligtvis ej ses, då den är mellan jorden och solen, men någon tid därefter, då den har formen af en smal skära, äger den sin största glans. Fig. 25 framställer Venus faser och deras skenbara storlek.

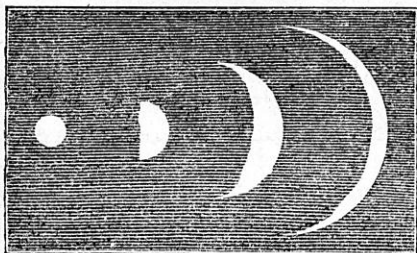


Fig. 25.

Om Venus bana skulle fullkomlig falla i ekliptikans plan, skulle Venus hvarje gång den kommit mellan jorden och solen, synas passera öfver solens skifva. Då i verkligheten Venus bana har en ($3\frac{1}{2}''$) lutning mot ekliptikans plan, inträffar en Venuspassage endast sällan, mycket sparsammare än en Merkurius passage. Venuspassagen har såsom ett viktigt fenomen högst noggrant iakttagits. På grund af företeelsen har man nemligen kunnat noggrant beräkna jordens afstånd från solen. Senast inträffade Venuspassager voro i december åren 1874 och 1882. Nästa passager inträffa i juni år 2004 och 2012.

Vi hafva tidigare nämnt, att då månen har formen af ett smalt segment, synes ofta äfven den öfriga delen af månen, ehuru svagare belyst. Vi hafva äfven nämnt, att vid detta tillfälle jorden återkastar ljus till månen och att därigenom fenomenet framkallas. Då Venus är skärformig, synes äfven den öfriga delen af planeten af askgrå färg. Påtagligen kan ej jorden på det stora afståndet återkasta så mycket ljus, att planeten blefve tillräckligt belyst. Därför har man trott sig måsta antaga, att planeten omgifves af en tät atmosfär, i hvilken solstrålarna brytas och hvarigenom på Venus yta ett slags skymning skulle framkallas. Äfven andra företeelser tyckas tyda därpå, att Venus omgifves af en atmosfär; i hufvudsak lik vår luftkrets. Man har äfven sökt bestämma atmosfärens höjd på Venus och funnit densamma vara 88 kilometer.

På Venus yta synas dunklare ställen. Då man likväl ej kunnat med bestämdhet afgöra, om dessa fläckar äro oföränderliga delar af planetens yta eller föränderliga molnbildningar, har man på grund af deras rörelse ej kunnat med säkerhet afgöra angående Venus rörelse kring sin axel. En viss känd vetenskapsman har framkommit med det påstående, att Venus, liksom Merkurius, alltid vänder samma sida mot solen, och således skulle vrida sig en gång omkring sin axel på samma tid, som den rör sig kring solen. Å andra sidan har man trott sig kunna bevisa, att Venus vrider sig kring sin axel på $23\frac{1}{3}$ timmar, således på ungefär samma tid, som jorden vrider sig ett hvarf.

Utgår man från det senare antagandet angående planetens rotation och tager i betraktande hvad man med säkerhet känner om planetens atmosfär,

visar sig Venus såsom en himlakropp, hvilken har mycken likhet med vår jord. Hos denna himlakropp skulle förefinnas alla de lifsvilkor, hvilka äro för vår jord egendomliga, och i så fall är det antagande ej alltför vågadt, att på Venus existerar lefvande varelser, ehuru lifvet där uppträder i för oss främmande form.

Slutligen må tilläggas, att Venus axel står ganska vinkelrätt mot planetens bana. Dess lutning är nemligen 80° . Häraf följer, att årstiderna blott litet skilja sig från hvarandra samt att de obeboeliga polartrakterna på Venus hafva en stor utsträckning.

5. Mars.

Vi hafva nämnt, att Venus kan närma sig jorden på ett afstånd af 40 millioner kilometer eller mer än någon annan planet. Ehuru Venus därjemte är en jämförelsevis stor himlakropp, känna vi dock mycket litet om dess yta, detta på grund af den täta atmosfär, som omger planeten och för oss döljer planetens yta. Annat är förhållandet med jordens andra granne, Mars. Dess yta kan lätt granskas, emedan den betäckes af en klar atmosfär, genom hvilken alla enskildheter på planetens yta kunna tydligen urskiljas. Därför har också Mars ådragit sig stjärnforskarens och den stora allmänhetens särskilda uppmärksamhet.

Mars lyser med samma sken som en första klassens fixstjärna. Dess sken är något rödaktigt och däraf har planeten fått sitt namn. Då dess

sken påminner om blod, uppkallade Romarne planeten efter krigsguden Mars.

Om Mars är på samma sida som jorden om solen, kan dess afstånd från jorden nedgå till 57 millioner kilometer. Om åter Mars och jorden äro på olika sidor om solen, kan planetens afstånd från jorden stiga till 396 millioner kilometer. I sin senare ställning synes planeten 50 gånger mindre än i dess förra ställning. Mars kan lämpligast granskas, då den befinner sig närmast jorden. Sådana gynsamma tillfällen erbjödo sig under åren 1877 och 1892 samt

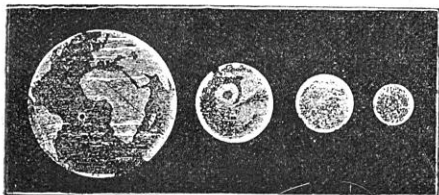


Fig. 26.

återkomma först år 1909. År 1877 gjordes viktiga upptäckter, beträffande Mars yta.

Mars är en jämförelsevis liten himlakropp. Dess diameter är blott hälften af jordens diameter, dess yta $\frac{7}{25}$ af jordens yta och dess massa $\frac{1}{9}$ af jordens massa. Tyngdkraften på Mars är $\frac{2}{5}$ af tyngdkraften på jorden. Med hvarandra jämförda framställer (fig. 26) Mars, jorden, Merkurius och månen.

Mars vrider sig kring sin axel på 24 timmar $37\frac{1}{2}$ minut. På Mars äro således dygnen i det närmaste lika långa som på jorden. Mars ekvatorsplan lutar mot planetens bana $27^{\circ} 16'$, således ej

mycket mera än jordens ekvator lutar mot ekliptikans plan. Däraf kan man sluta, att årstidernas växling är på Mars nästan samma som på jorden.

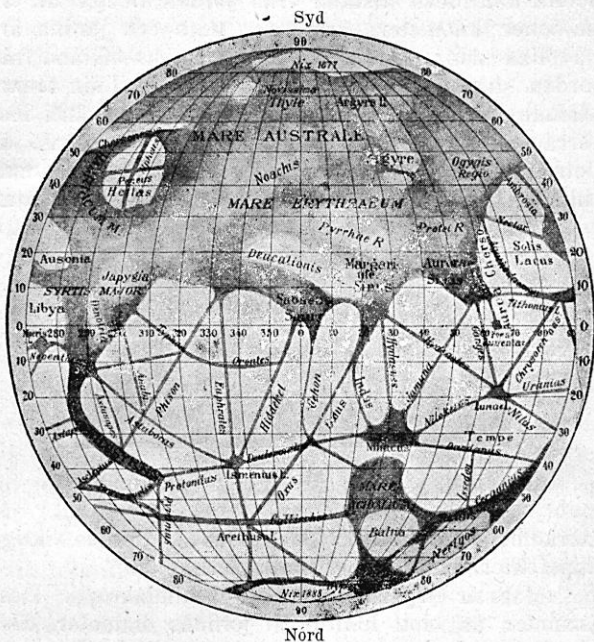


Fig. 27.

Om Mars betraktas med kikare, synes på dess yta en ljusare del af gulaktig färg samt dunklare gråaktiga fläckar (fig. 27). Den förstnämnda delen har den största utsträckningen på planetens yta. Nämnda

del omgives af de gråa partierna, hvilka här och där synas intränga i densamma och i den bildade vikar, sjöar och kanaler. De gråa delarna af pla-

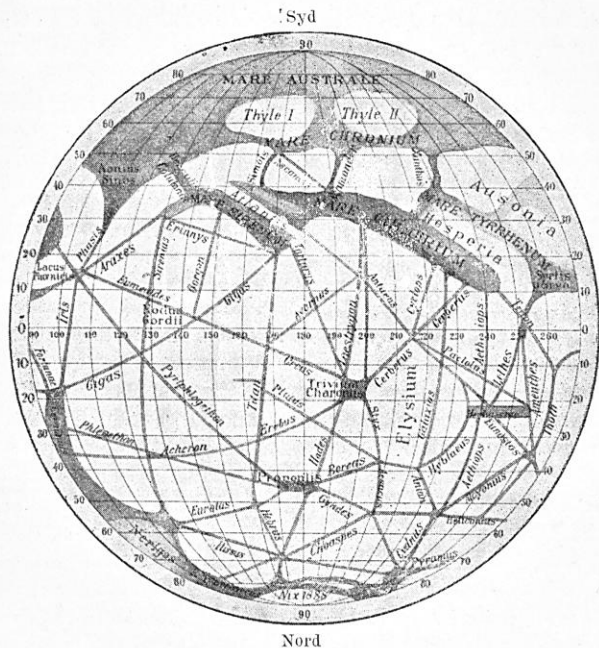


Fig. 27.

neten hafva benämnt „haf“ och den gula delen „fastland“. Af de skilda partiernas form och färg kan man sluta till, att på Mars yta i sjäfvä verket förekomma fastland och haf. Skulle jordens yta

betraktas från en aflägsen plats, skulle hafven synas dunklare, emedan solens strålar intränga djupare i vattnet och endast delvis återkastas.

De fasta delarna af planetens yta hafva i allmänhet en gulaktig, stundom en nästan rödaktig färg. En fläck tyckes ofta förändra färg. Densamma har först utseende af en vattensamling, men erhåller tidtals en gulaktigare färg och påminner då om fastland. En sådan trakt utgöres af en vidsträckt sumpmark, som tidtals uttorkar.

Om det på Mars finnes haf, måste i planetens atmosfär finnas ånga, som genom afkyllning öfvergår i flytande form och uppfyller fördjupningarna på planetens yta. Man har kunnat med stor sannolikhet sluta, att hafven på Mars innehålla vatten, som dessutom förekommer i planetens atmosfär i ångform, samt på planetens yta i fast form såsom is. Om Mars granskas med kikare, finner man, att polartrakterna äro betäckta med hvita fläckar, hvilkas utbredning undergår förändringar allt efter de olika årstiderna. Vid den tidpunkt, då Mars södra halfklot har vinter, är fläcken kring sydpolen mycket utbredd. Granskas Mars yta vid den tid, då på nämnda halfklot är sommar, finner man, att polarfläcken minskats eller till och med fullkomligt försvunnit. Af dessa iakttagelser följer, att orsaken till polarfläckens aftagande endast och allenast är den större värme, som tillföres polartrakten under sommaren. Polarfläckarna måste följaktligen vara isfält, hvilka under sommaren smälta och under vintern åter tilltaga i omfång. Att på Mars yta finnes vatten, bekräffas äfven däraf, att molnbildningar ofta iakttagits i dess atmosfär.

På Mars förekomma egendomliga bildningar, d. s. k. *kanalerna*. Marskanalerna skilja sig i högst väsentlig grad från kanaler på vår jord. Marskanalerna äro flere tusen kilometer långa. Deras bredd är minst 30 kilometer, men ofta nog 100, till och med 200 eller 300 kilometer. De löpa mellan fastlandets sjöar eller mellan tvenne haf. Mellan två kanaler gå ofta andra kanaler, som förena de förra sins emellan. En kanal slutar alldrig i en kontinent. Där kanalen utmynnar i hafvet, bildar dess utlopp en vidare vik.

Söker man förklara, hvad dessa egendomliga kanaler egentligen äro, bör man taga i beaktande de säregna klimatologiska förhållanden, som existera på Mars. Af flere företeelser kan man sluta, att luften på Mars är jämförelsevis tunn, troligtvis blott $\frac{1}{4}$ af luftens täthet på jorden. I denna tunna luft innehålles endast sparsamt vattenånga. Därå följer, att på planetens yta vatten förekommer i jämförelsevis ringa mängd. Snöfälten äro tunna och hafven grunda. Om våren då snön vid polerna smälter, strömmar vattnet mot ekvatorn, hafven antaga ett mörkare utseende och samtidigt synas de delar af kanalerna, som ligga närmare hafven, tilltaga i bredd. Detta utvisar, att en öfversvämning försiggår på kontinenten. Samtidigt förändras ofta kanalernas färg, de få en gulgrön färgton alldeles som om de betäcktes af växtlighet. Man har därför uttalat den förmodan, att kanalerna äro fruktbara bälten, hvilka sträcka sig genom planetens föröfrigt öde trakter. Det ifrån polerna strömmande vattnet underhåller bältens växtlighet.

En underbar företeelse har man observerat på Mars yta. Vid tiden för vårdagjämningen synas

kanalerna ofta fördubblade. Vanligen visar sig invid en kanal en annan därmed parallel. Fenomenet räcker någon tid och de nya kanalerna försvinna snart åter. Hvad orsaken till detta fenomen är, känner man ännu ej med säkerhet. Många forskare förmoda, att några nya kanaler alldeles ej finnas till, utan att deras uppträdande endast är en synvilla, förorsakad af Mars atmosfär. Andra forskare hålla före, att de nya kanalerna äro kanalbäddar,

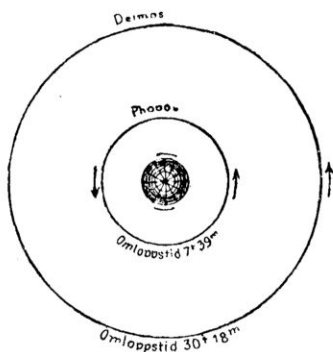


Fig. 28.

i hvilka af förnuftiga varelser flödvattnet tidtals insläppes.

Kring Mars kretsar tvenne månar, af hvilka den planeten närmare kallas *Phobos* och den aflägsnare *Deimos*. Båda månarna äro mycket nära planeten och helt små. Deras diametrar äro endast 10—12 kilometer. Deras ytor äro ej fullt 5 kvadratmil och således mindre än de flesta af Finlands socknar. *Phobos* rör sig kring planeten på $7\frac{2}{3}$ timmar, *Deimos* fullbordar ett hvarf på $30\frac{1}{4}$ tim-

mar. Emedan planeten rör sig kring sin axel från väster till öster på längre tid än Phobos kring planeten i samma riktning, följer däraf, att nämnda måne synes gå upp i väster och ned i öster. Fig. 28 framställa Mars med dess månar.

6. Planetoiderna.

Redan länge innan någon enda af planetoiderna var upptäckt, kände man Titius lag, enligt hvilken Mars afstånd från solen är $4 + 4 \cdot 3$ och Jupiters $4 + 16 \cdot 3$ tiondedelar af jordens afstånd från solen. I serien fattades således en planet, hvars afstånd från solen borde hafva varit $4 + 8 \cdot 3$ måttenheter. Redan i slutet af det adertonde seklet hade man fäst sig vid detta förhållande och därför med stor ifver eftersökt den felande planeten. Först på nittonde seklets första dag kröntes bemödandena med framgång, i det att en ny planet upptäcktes den 1 januari 1801. Den nya himlakroppen erhöll namnet *Ceres*. Några år därefter upptäcktes tre andra planetoider, nämligen *Pallas*, *Juno* och *Vesta*. Dessa fyra planetoider äro de största af småplaneterna. Efter år 1845 har en mängd planetoider upptäckts, så att de nu kändas antal uppgår till omkring 477.

Planetoidernas bana ligger mellan Mars och Jupiters banor. Dessa himlakroppar röra sig inom ett bälte, som är ungefär 323 millioner kilometer bredt. Närmast solen är *Adalberta* och längst från solen *Thule*.

Planetoiderna äro ytterst små himlakroppar. På grund däraf har det varit svårt att bestämma deras

storlek. Genom att mäta deras ljusstyrka har man beräknat deras diametrar. Den störstas, Ceres, diameter har befunnits vara 800 kilometer. De mindre hafva en diameter, hvars längd ej öfverstiger 40 kilometer. Den minstas Rossias diameter torde vara endast 20 kilometer lång.

Huru hafva dessa små himlakroppar bildats? Några förmoda, att de äro spillror af någon större planet, som splittrats. Detta kan man knappt nog antaga, utan torde äfven planetoiderna bildats ur det oerhörda gasklot, ur hvilket för millioner år sedan solsystemet danats.

7. Jupiter.

I ordning följer solsystemet största planet *Jupiter*. Denna himlakropp igenkännes på sitt stadiga hvita sken. Näst Venus är Jupiter den klaraste stjärnan. Då planeten observeras med kikare, finner man vid första ögonkastet, att den ej är fullkomligt rund, utan starkt afplattad vid polerna. Häraf redan följer, att planeten har en stor rotationshastighet. I själfva verket vrider sig den stora himlakroppen ett hvarf kring sin axel på ungefär 10 timmar. En punkt på Jupiters ekvator har en mycket stor hastighet, ungefär 27 gånger större än en punkt på jordens ekvator.

Jupiters massa är $\frac{1}{1047}$ af solens massa och då Jupiters volym är $\frac{1}{959}$ af solens volym, följer däraf, att Jupiter har ungefär samma täthet som solen.

Om Jupiter granskas med kikare, ser man på hvardera sidan om dess ekvator två breda bälten. Dessa bälten äro sammansatta af molnlika, ofta väx-

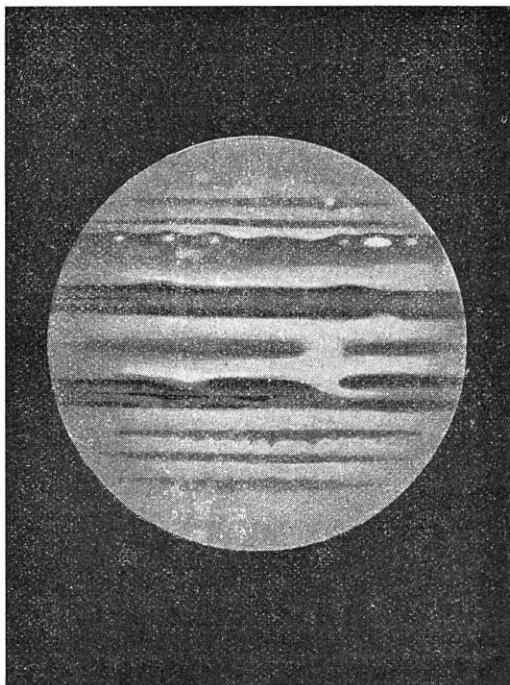


Fig. 29.

lande grupper. Fig. 29 framställer planeten sådan den syntes under år 1889. Ekvatorial-bältena äro vanligen rödaktiga. Äfven i andra delar af plane-

ten har man observerat föränderliga fläckar. År 1878 syntes på planetens södra hälft en stor röd fläck, som sedan dess ömsom försvunnit och åter visat sig.

På grund af de på planeten iakttagna förändringarne har man kommit till den öfvertygelsen, att planeten allt ännu befinner sig i glödande tillstånd. Planetens yta betäckes af ett högt och tätt dunsthölje. De på planetens yta synliga hvita och dunkla sträcken äro troligtvis molnbildningar. Jupiters egentliga yta kan knappt nog ses.

Kring Jupiter kretsar fem månar. Fyra af dessa kunna lätt ses, den femte, närmast planeten, upptäcktes först helt nyligen. Denna måne är yttest liten och kretsar kring planeten på 12 timmar. Jupiters öfriga månar äro större än vår måne. Emedan Jupiters egen liksom äfven dess månars banor falla nästan i ekliptikans plan, synas månarnane ligga i en rät linie.

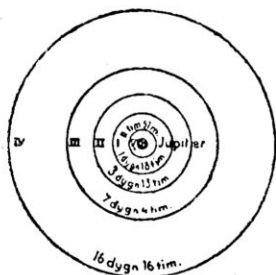


Fig. 30.

Fig. 30 framställer Jupiter med dess månar. Emellanåt synas alla månar på samma sida om planeten, emellanåt åter äro två på hvardera sidan eller tre på en och en på andra sidan om planeten. Ej sällan synas blott tre månar, den fjerde har då inträdt i planetens skugga och förmörkats. Nästan nog vid hvarje omlopp inträda månarne i planetens skugga och månförmörkelse inträffar. Därför äro månförmörkelser all-dagliga företeelser på Jupiters yta.

Den femte af Jupiters månar påminner genom sin litenhet om Mars månar. Dessa tre månar antagas ursprungligen hafva varit planetoider, hvilka genom förstnämnda planeters attraktionskraft dragits närmare dessa planeter och blifvit tvungna att kretsa kring dem.

8. Saturnus.

Saturnus är den aflägsnaste af de i forntiden kända planeterna. Planeten lyser med ett lika starkt sken som en första klassens stjärna. Dess sken är dock dunklare än Venus, Jupiters och Mars ljus. Saturnus lyser med ett något dunkelt gulaktigt sken.

Saturnus rör sig med en hastighet af $9\frac{1}{2}$ kilometer i sekunden. Kring sin axel vrider sig planeten på $10\frac{1}{2}$ timmar, således litet långsammare än Jupiter. Liksom Jupiter är äfven Saturnus i hög grad afplattad vid polerna. Dess afplattning utgör $\frac{1}{11}$.

Saturnus storlek, dess hastiga rotation och dess betydliga afplattning hafva ej tilldragit planeten någon särskild uppmärksamhet. Det är genom sin besynnerliga ring, som planeten blifvit i hög grad beaktad. Man har sagt, att denna planet är ett af himmelns under, ty något dylikt känna vi ej i hela den oändliga världsrymden. Fig. 31 framställer planeten, omgifven af sin ring. Ringen ligger i planetens ekvatorsplan, och emedan detta plan lutar 28° mot ekliptikan har således äfven Saturnus ring samma lutning. Om ringens plan går genom solen, hvilket inträffar efter en mellantid af 15 år, synes

ringen som en rät linie. I annat fall synes ringen som en mer eller mindre excentrisk ellips. År 1885 syntes södra delen af ringen tydligast, år 1899 inträffade detta med ringens norra del.

Granskas ringen närmare, finner man, att den är ytterst tunn. Därför kan ringen blott med svårighet ses, då den synes rätlinig. Ringens tjocklek är i förhållande till dess bredd ej större än ett pappersarks tjocklek i förhållande till arkets yta.



Fig. 31.

Ringen är ej likformig, utan densamma består af tre skilda inom hvarandra liggande ringar. Ytterst har man en smalare mindre lysande ljusgul ring. Inom denna och ifrån densamma skild genom en mörk rand ligger en bredare guldgul ring. Den tredje närmast planeten liggande ringen är mattglänsande och mycket genomskinlig.

Man har uppmätt ringarnes bredd och funnit, att den yttersta ringens yttre rand är på ett afstånd af 76,300 kilometer från planetens yta. Detta afstånd är således större än planetens radie, som ut-

gör 62,100 kilometer. Ringarnes medeltjocklek är endast 300 kilometer. Om ringarne tagas med i räkningen, är planetens radie 22 så stor som jordens radie. Saturnus yta är mindre lysande än dess ringar. Därför beror planetens glans mera af ringarnas ställning i afseende på jorden än planetens afstånd från jorden. Ju större ringarnes mot jorden vända yta är, desto ljusstarkare synes planeten. På planetens yta har man iakttagit några molnlika parallellt med ekvatorn löpande streck. Saturnus yta är i flere afseende lik Jupiters. Emedan Saturnus täthet är liten och de tyngre ämnena samlats närmare planetens medelpunkt, har man skäl att förmoda, att Saturnus yta är gasformig, omgifven af mäktiga moln.

Hvad äro dessa underbara ringar? Man kan bevisa, att de ej äro bildade af ett fast ämne, ty i detta fall kunde de ej för den stora centrifugalkraftens skull äga något varaktigt bestånd. Ej heller kunna ringarne bestå af ett flytande eller gasformigt ämne, ty i sådant fall vore jämvikten högst obeständig. Därför har man antagit, att ringarne äro sammansatta af små fasta partiklar, hvilka i molnlika grupper röra sig kring planeten. Denna förmodan har kunnat bestyrkas på grund af särskilda orsaker.

Förutom det underbara ringsystemet hör till planeten 9 månar. Störst af dem är Titan med 7,500 kilometers diameter. Dess afstånd från planetens medelpunkt är 20,7 Saturnus radie. Närmast planeten kretsar Mimas och aflägsnast en alldeles nyligen upptäckt måne, Phoebe, som är minst af alla. Från Saturnus yta synes denna måne som en matt knappast med blotta ögat skönjbar stjärna.

Saturnus jemte dess månar bildar ett särskildt system, som i mångfald ej har sin like. Om vi i tankarne skulle förflytta oss till Saturnus, hade vi för oss en storartad natur. Vi skulle på Saturnus himmel se flere månar på en gång och öfver himlahalvvet skulle draga sig de lysande ringarna som breda bälten.

9. Uranus.

Under årtusenden hade man trott, att Saturnus bana utgjorde planetsystemets gräns. Ännu efter kikarens upptäckt förgick det nära 200 år innan man kom till kännedom om, att utanför Saturnus bana finnas himlakroppar, hvilka likna vår jord. År 1781 upptäcktes utanför Saturnus bana en planet, som erhöll namnet „Uranus“.

Ehuru Uranus är en jämförelsevis stor planet — dess radie är 4 gånger så stor som jordens — synes den för det stora afståndets skull för blotta ögat såsom en mycket dunkel stjärna. Emedan Uranus behöfver 84 år för att engång genomlöpa sin bana kring solen, rör den sig mycket långsamt på himmeln, och därför är det svårt att inom en kortare tidsperiod iakttaga någon ortsförändring hos planeten.

I ett afseende är Uranus anmärkningsvärd. Ekvatorsplanet hos alla i det föregående granskade planeter lutar högst 30° mot ekliptikan. Uranus ekvator står vinkelrätt mot ekliptikan. Uranus axel ligger följaktligen i ekliptikans plan och planeten vrider sig ej såsom de öfriga planeterna från väster till öster, utan från norr till söder. Uranus

rotationstid är ej med säkerhet känd. En forskare har bestämt omloppstiden till $8\frac{1}{4}$ timmar. Uranus skulle i så fall vrida sig kring sin axel hastigare än någon annan planet.

Kring Uranus kretsar fyra månar. De båda längst belägna Titania och Oberon äro störst. Deras axlar uppgå till 800—900 kilometer. Rörelsen hos Uranus månar är äfven egendomlig. Öfriga månar röra sig från väster till öster, men Uranus månar röra sig tvärtom från öster till väster.

Solen sedd från Uranus synes endast så stor som Venus sedd från jorden. Ifall Uranus ej äger egen värme, räcker den från solen utstrålade värmen ej till att uppvärma planeten och i detta fall är Uranus en kall och öde kropp.

10. Neptunus.

Solsystemets yttersta medlem, Neptunus, ligger från solen på ett 30 gånger så stort afstånd som jorden från solen. Vi hafva redan nämnt, att Titius regel ej kan ens närmelsevis användas för bestämningen af Neptunus afstånd. Enligt nämnda regel skulle nämligen Neptunus afstånd vara $4 + 128 \cdot 3 : 10 = 38,8$ jordafstånd. Ehuru Neptunus axel är 5 gånger så stor som jordens axel, kan planeten ses endast med starkt förstorande tuber. Dess yta har en blåaktig färg. Planeten förändrar sin plats på himmelen mycket långsamt, dess omloppstid är nämligen 164 år.

Emedan Neptunus upptäckt är nog anmärkningsvärd, vilja vi närmare redogöra därför.

Enligt Keplers lagar rör sig hvarje planet i en elliptisk bana, i hvars ena brännpunkt solen befinner sig. Vi veta äfven, att det är solens attraktionskraft, som leder planeten i dess bana. Men utom solen inverka äfven öfriga planeter på en viss planets rörelse. Emedan planeternas massor äro mycket små i förhållande till solens massa, äro deras attraktionskrafter jämförelsevis ringa och därför bestämmer solens attraktionskraft planetbanans hufvudform. Utan inverkan äro likväl ej, särskildt de stora planeterna.

För att lättare finna på himmeln någon viss planet har man uträknat tabeller, i hvilka ingå för ändamålet nödiga tal. För bestämningen af Uranus bana funnos tabeller, hvilka voro uträknade under den förutsättningen, att Uranus är den yttersta planeten. Man fann likväl snart, att Uranus ort ej kunde noggrant bestämmas medels tabellerna. Då tabellerna voro riktigt uträknade, kom man till den öfvertygelsen, att utanför Uranus bana finnes en ännu oupptäckt planet, som störande inverkat på Uranus rörelse. En fransk astronom *Leverrier* beräknade på grund af den iakttagna störingen, hvar den nya planeten borde finnas, och i själfva verket upptäcktes planeten helt nära det angifna stället.

Några dagar efter Neptunus upptäckt observerades en kring Neptunus kretsande måne. Liksom Uranus månar rör sig också Neptunus måne från öster till väster. För öfrigt är det möjligt, att Neptunus äger flere månar, ehuru dessa ej för det enorma afståndets skull blifvit sedda.

FEMTE KAPITLET.

Kometerna.

1. Kometernas form och natur.

En oförmodadt framträdande komet har alltid hos det obildade folket injagat skräck eller åtminstone har man trott kometen förebåda, att något anmärkningsvärdt komme att inträffa. Då människan är benägen att betrakta alla tecken som olycksbådande, är det förklarligt, hvarför kometerna ansetts åstadkomma en rubbning i naturens eviga ordning.

En komet består af tre delar, *kärnan*, *hyllet* och *svansen*. I kometens främre ända synes den klarare och oftast stjärnlika kärnan, omgifven af det dunstformiga hyllet, som är ljusast närmast kärnan, men dunklare utåt. Hyllet benämnes äfven „coma“ och däraf härledes kometens namn. Kärnan och hyllet bilda kometens *hufvud*. Svansen utgör en direkt fortsättning på hyllet. Svansen är mindre glänsande och synes aftaga i glans ju längre utsträckt den är. Fig. 32 framställer två kometer i hvilka alla delar tydligt framträda.



Fig. 32.

För blotta ögat blifver endast en ringa del af de kometer, hvilka komma inom vår synkrets, synlig. Med kikare upptäcker man årligen flere kometer än man under en mansålder med blotta ögat sett. Dessa dunkla, blott med kikare synliga, kometer avvika i många afseenden från den fullständiga formen, och därför är det ofta svårt att efter utseendet döma, om man sett en komet eller någon annan himlakropp. Oftast saknar kometen svans, emellanåt synes ej någon kärna utan endast ett töckenlikt hylle. Samma komet undergår stora formförändringar, beroende på dess afstånd från solen. Det är också oftast svårt att afgöra, om två på olika tider synliga kometer äro skilda himlakroppar eller om en senare komet möjligen är samma som en för årtionden sedan upptäckt komet. För att kunna afgöra detta, blir det därför nödvändigt att beräkna kometens bana och jämföra den med andra förut beräknade kometbanor.

Såsom nämnt förändras kometens utseende efter dess afstånd från solen. Fig. 33 framställer de förändringar, en år 1874 sedd komet undergick i närheten af solen. Först hade kometen utseendet af ett dunstklot. Därefter framträdde kärnan och hyllet drogs alltmer ut till en svans. Då kometen närmade sig solen, tyckes en fördunstning hafva inträffat, hvarvid hyllet tilltog i omfång och svansen bildades.

Storleken hos en komets delar äro mycket växlande. Emellanåt är kärnan knappt 500 kilometer i genomskäring, men stundom uppgår genomskärningen till flere tusen kilometer. Däremot är hyllet vanligen mycket vidt. År 1811 syntes en komet, hvars hylle hade en genomskäring af 1,500,000 kilometer. Kometsvansens form och storlek undergår

många växlingar. Dess längd kan ofta vara alldeles enorm. År 1858 syntes en särdeles praktfull komet. Med kikare upptäcktes kometen redan i början af juni som en svagt lysande stjärna. Kometen närmade sig under de tre följande månaderna allt mera solen utan att dess storlek i någon högre grad

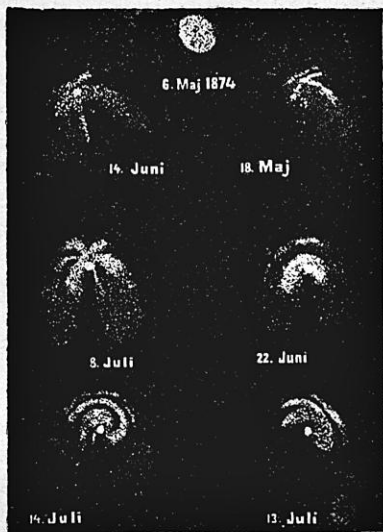


Fig. 33.

förändrades. Först i augusti blef kometen synlig för blotta ögat. Därefter tilltog hastigt dess glans och svansen förlängdes allt mer. Då kometen i oktober hade uppnått sin högsta glans, sträckte sig svansen 80 millioner kilometer i rymden och hade

således en längd, som utgjorde hälften af jordens afstånd från solen.

Under det kometen rör sig förbi solen, är dess svans alltid vänd bort från solen och riktad åt det håll, hvarifrån kometen kommer. Vanligen är svansen odelad, men emellanåt är den månggrenig, såsom t. ex. hos planeten från år 1744. Hos denna komet syntes sju från dess hufvud åt särskilda håll utgående strålar. Äfven hafva kometer upptäckts, hvilka äro sammansatta af från hvarandra afskilda delar.

Vi vilja nu framställa hvad man har sig bekant om kometernas natur. Först må anmärkas, att kometens massa är jämförelsevis liten, ehuru dess volym är mycket stor. Ofta har kometen kommit i närheten af någon af de större planeterna utan att densamma utöfvat den ringaste inverkan på planeten. Tvärtom har ett sådant närmande haft till följd en större eller mindre rubbning i kometens bana och någongång har därvid kometen fullkomligt splittrats. Man har funnit, att ehuru kometens hufvud utgör dess tätaste del, genom detsamma dock en i synlinjen befintlig stjärna synts oförsvagad till sin glans. Därvid har det genomgångna ljuset äfven förblifvit obrutet. Detta sakförhållande bevisar, att kometen ej är gasformig. Tager man i betraktande, att äfven det tunnaste moln fördunklar en stjärna, framför hvilken molnet kommit, inser man huru utomordentligt glest det ämne, hvaraf kometen är sammansatt, måste vara. På grund af nyaste forskningar känner man, att åtminstone kometens hufvud är bildad af små fasta partiklar, hvilka ligga på stort afstånd från hvarandra. Vi kunna bättre förstå detta påstående, då vi komma att granska, i hvilket förhållande kometer och meteoriter stå till hvarandra.

Genom att granska det från en komet utgångna ljuset har man funnit, att kometen innehåller utom fasta partiklar äfven gaser, exempelvis kolväte. Man antager, att dessa senare bildas genom fördunstning, då kometen närmar sig solen.

Hvad kometens svans beträffar, inses lätt, att densamma ej kan vara ett bestående bihang, som åtföljer kometen. Det vore ju svårt att förstå, huru ett så glest ämne kunde hålla ihop. Det vore äfven omöjligt att förklara, huru en millioner mil lång kometsvans, då kometen kommit nära solen, plötsligt kan med stor hastighet svänga från den ena sidan till den andra, utan att därvid dess delar kastades åtskils. Därför måste man antaga, att kometens svans oupphörligt förnyas, alldeles som en rökpelare, hvilken ej ett ögonblick förblir densamma, utan beständigt får förstärkning från brinnande ämnen.

2. Kometernas rörelser.

Emedan planeterna röra sig i slutna banor, återkomma de efter en viss tid till utgångspunkten. Många kometer återvända äfven, ehuru de kunna blifva osynliga under en lång tidsperiod. Men det finnes å andra sidan ett stort antal kometer, hvilka ej äga någon sluten bana, och således ej heller någonsin återkomma till sin förra ort.

För att erhålla en föreställning om himlakropparnas banor, tänka vi oss mantelytan af en rät kon skuren medelst ett plan. Om planet ställes så, att detsamma skär mantelytan rundtomkring, upp-

står en ellips och särskildt en cirkel, om det skärande planet är vinkelrätt mot konens axel. Om planet är så lagdt, att detsamma skär mantelytan endast på en sida, bildas en öppen kroklinje. Om planet är parallellt med konens sidolinje, erhålles en *parabel*, eljest en *hyperbel*. Om planet, som afskär en parabel, tänkes huru litet som helst förändra sitt läge, alstras endera en ellips eller hyperbel. Fig 34 framställer dessa tre kroklinjer. Den mellersta af dem är en parabel.

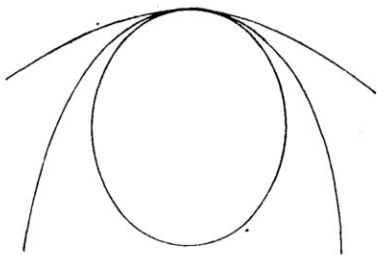


Fig. 34.

Newton bevisade, att hvarje himlakropp, emedan den påverkas endast af attraktionskraften, måste röra sig i en bana, som är endera en ellips, parabel eller hyperbel. Hvilken af dessa banor, kroppen genomlöper, beror af dess hastighet. Om kroppens afstånd från solen är lika med jordens afstånd från solen och dess hastighet i sekunden är 42 kilom., är banan en parabel, men en ellips, om hastigheten understiger detta tal och en hyperbel, ifall hastigheten är större än 42 kilometer. Då en komet blir synlig, är den alltid nära sitt perihelium och den

del af banan, som vi kunna observera, utgör endast en ringa del af hela banan, och på grund endast af denna båge är det svårt att bedöma banans form. Därför tages kometens hastighet i betraktande. Ofta inträffar det dock, att nämnda hastighet ligger nära det gränstal, hvilket är afgörande för banans form, och i sådant fall blir bestämningen osäker. Har man beräknat banan, kan man afgöra, om kometen skall återvända eller för alltid lemna solsystemet. Äfven om man genom beräkning funnit, att banan är en sluten linie, erhålles ofta en så enormt lång omloppstid, att det ej finnes någon borgen för, att kometen verkligen skall återvända. Under sin långa väg i världsrymden, kan kometen råka ut för andra himlakroppars attraktionskraft, hvarigenom dess bana kan fullständigt rubbas. År 1680 observerades en komet, hvars omloppstid beräknades till 8810 år. Då denna komet är längst ifrån solen, är dess hastighet endast 4 meter, men vid sitt perihelium var hastigheten 400 kilometer i sekunden.

De kometer, hvilkas återkomst flere gånger iakttagits, benämnas *periodiska*. Sådana känner man för närvarande omkring 15. Vi nämna några:

Enck'es komet, hvars bana sträcker sig till närheten af Jupiters bana. Dess omloppstid kring solen är 3,3 år;

Bielas komet, hvars bana ligger mellan Venus och Saturnus banor; Dess omloppstid är 6,5 år;

Halley's komet, hvars bana sträcker sig utanför Neptunus bana. Dess omloppstid är 76,4 år. Kometen passerade sitt perihelium den 16 november 1835 och dess återkomst är utsatt till den 17 maj 1910.

Vi nämna ännu några af de viktigaste under detta sekel sedda kometer:

Kometen från år 1811 var en af seklets största och mest lysande. Dess svans upptog 25° på himmelen och dess omloppstid har beräknats vara 3065 år.

Kometen från år 1843 kom solen ovanligt nära: dess periheliumafstånd var endast 820,000 kilometer. Kometens svans hade en längd af 250 millioner kilometer. År 1880 syntes en stor komet, hvilken man har trott vara samma komet. Kometens omloppstid skulle således utgöra 37 år.

Kometen från år 1858 eller d. s. k. *Donatis* komet, hvilken vi redan (sid. 106) omnämmt. Dess omloppstid har beräknats till ungefär 6,000 år.

Kometen från år 1882 är i det afseende anmärkningsvärd, att densamma inom en kort tid sönderföll i flere delar. Kometen var synlig endast på södra halfklotet.

Kometernas banor falla ej, såsom fallet är med planeternas banor, i djurkretsen, utan deras lutning mot ekliptikan kan vara mycket stor. De periodiska kometerna tyckas dock alla röra sig i djurkretsen.

3. Meteorerna.

Under klara nätter ser man ofta s. k. *stjärnskott*. En stjärna tyckes tända sig, lösgöra sig från himlahalvfvet samt falla mot jorden för att i nästa ögonblick åter utslockna. Att någon stjärna ej fallit, förstås af sig själf, ty ehuru på himmeln finnas flere millioner stjärnor, skulle dessa genom de beständiga stjärnfallen för länge sedan hafva utslocknat. Upphofvet till stjärnskotten gifva små kroppar, hvilka

med stor hastighet röra sig i sina banor kring solen. Dessa kroppar blifva först då för oss synliga, om de råka komma i jordens atmosfär och därvid öfvergå i glödande tillstånd.

De små kroppar, hvilka gifva upphof åt stjärnskotten, kallas *meteoriter*. En meteorit rör sig i sin bana kring solen med en hastighet af 30—40 kilometer i sekunden. Då en meteorit inträder i atmosfären, förlorar den genom luftens motstånd sin hastighet och tillika förtätas luften framför meteoriten samt upphettas. Ehuru meteoriten har en obetydlig massa, har den genom sin stora hastighet en betydande sammanpressande kraft. Denna kraft tilltager nämligen i förhållande till hastighetens kvadrat. Hastigheten hos en meteorit är ungefär 100 gånger större än en gevärskulas. Den uppväcker därför vid sin genomgång genom luften en värmemängd, som är 10,000 gånger större än den, som uppstår genom kulans rörelse i luften. Häraf kan man förstå, att genom en meteorits rörelse en så stor värme uppstår, att meteoriten kommer i glödande tillstånd, ja till och med fullkomligt fördunstar. Stjärnskotten tändas vanligtvis på 100—150 kilometers höjd. Ehuru luften på denna höjd är utomordentligt tunn, erbjuder den likväl ännu i detta tillstånd tillräckligt motstånd för värmens bildande.

Meteoriterna väga vanligen mindre än 1 gram. Nästan alltid förintas de i atmosfären. Likväl har man någon gång på jordens yta påträffat rester af nedfallna meteoriter i form af ett fint järnpulver.

Då en meteorit antändt sig, förnimma vi ej det minsta ljud, ej heller nedfaller i allmänhet något, hvaraf man kunde bedöma meteoritens beskaffenhet. Men emellanåt, ehuru mindre ofta, inkomma i luft-

kretsen äfven större kroppar, hvilka lysa med ett starkt sken och explodera med sådan kraft, att verkan däraf förnimmes såsom ett åsklikt dån. Emellanåt faller till jorden en mängd större eller mindre stycken. Dessa i luften exploderande kroppar benämnas *eldkolor* och de till jorden fallna styckena heta *aeroliter* d. ä. luftstenar. De ytterst små kroppar, meteoriter, hvilka gifva upphof till stjärnskotten, liksom äfven de större kroppar, hvilka uppträda som eldkolor, kallas med ett gemensamt namn *meteoror* och hafva säkert samma ursprung.

Redan från forntiden har man berättelser om stenar, som skulle fallit ned från himmeln. Ett af de nyaste meteorfallen är det, som skedde den 12 mars 1899 invid Borgå stad. Meteoren rörde sig med stor hastighet från väster till öster och spred omkring sig ett bländande ljus. Fenomenet var åtföljdt af ett starkt dån. Meteoren nedföll i en hafsvik, hvarifrån densamma uppgräfdes. Den hade splitrats i en mängd stycken, af hvilka det största vägde 83 kg. Hela sammanlagda vikten utgjorde 340 kg.

Tages i betraktande, att endast undantagsvis meteorfall komma till vår kännedom, kan man antaga, att dylika tilldragelser ej äro alldeles sällsynta. Men fastän ej meteorfallet direkt observerats, har man kunnat afgöra, om en funnen sten är aerolit. Af fyndortens och stenens yta har man kunnat sluta till, af hvilket ursprung stenen är. Ytan af en aerolit är nästan alltid smält och i densamma synas ofta små kantiga kulor inbäddade. Om en sten har de för en aerolit utmärkande kännetecknen och på fyndorten eljes ej förekomma sådana stenarter, kan man med någorlunda stor sannolikhet påstå, att stenen har ett kosmiskt ursprung.

Aeroliterna äro af två slag: *järnaeroliter* (eller *sideriter*) samt *stenaeroliter* (eller *asideriter*). De föregående innehålla nästan uteslutande nickelhaltigt järn, de senare hufvudsakligen mineraler. En Järnaerolit är t. ex. d. s. k. Pallasjärnet, en sten, som påträffades af naturforskaren Pallas i Sibirien år 1772. I Muhamedanernas heliga stad Mekka finnes i templet Kaba en aerolit, hvilken berättas hafva fallit ned från himmeln. I Argentina hittades år 1873 en aerolit, som väger 26,800 kilogram.

Ehuru under hvarje klar natt kan iakttagas enskilda stjärnskott, synas sådana någongång uppträda i stora skaror. Under vissa dagar af året kan man iakttaga verkliga stjärnregn. Sådana talrika stjärnskott ses mellan 8—12 augusti, 12—14 november samt omkring den 27 november.

Vi skola först granska stjärnfallet den 12—14 november. År 1799 observerade en känd naturforskare den 11 november i södra Amerika ett utomordentligt brillant stjärnfall. År 1833 iaktogs vid samma tidpunkt ett stort stjärnfall, äfvenså åter år 1866. Man kan således påräkna, att efter förloppet af 33—34 år få återse detta rika stjärnfall kring den 13 november. Utom förutnämnda år iakttages hvarje år vid sagda årsdag ett ymnigt stjärnfall, som dock ej kan jämföras med de, som inträffa på de periodiskt återkommande åren. År 1899 kunde stjärnfallet hos oss endast ofullständigt observeras. Fäster man sig vid den riktning i hvilken de skilda stjärnskotten röra sig, finner man att det förefaller, som om de komme från Lejonets stjärnbild. Därför har meteorgruppen benämnts *Leoniderna* (Lejonet är på latin Leo). Enligt gjorda iakttagelser har man funnit:

Gruppen rör sig kring solen i en elliptisk bana, som skär ekliptikan i den punkt, där jorden befinner sig den 13 november;

Gruppen är ej jämt fördelad längs banan, utan är tättare på ett ställe, som utgör en 15:de del af banan.

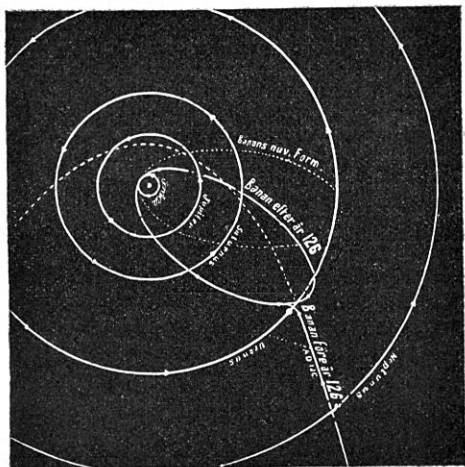


Fig. 35.

Denna tätare del passerar skärningspunkten mellan meteorgruppens och jordens banor efter en tidrymd af $33\frac{1}{4}$ år. Under andra år har nämnda del redan passerat eller ännu ej uppnått skärningspunkten, då jorden passerar densamma.

Fig 35 framställer Leonidernas banor. Den nuvarande banan utgöres af den punkterade ellipsen.

Man har äfven noggrannare studerat den meteorgrupp, som iakttages mellan den 8—12 augusti. Dess enskilda partiklar tyckas gå i riktningar, hvilka förlängda träffa stjärnbilden Perseus, hvarför äfven gruppen benämnts *Perseiderna*. Emedan ej särskilda år utmärka sig framför andra genom rikare stjärnfall, antager man, att gruppens delar äro jämt spridda längs banan.

Den meteorgrupp, hvilken iakttagits den 27 november hvarje år, är äfven anmärkningsvärd. Nämda grupp tyckes vara rester af Bielas komet och benämnes därför *Bieliderna*. Gruppens skilda stjärnor tyckas komma från den riktning, i hvilken stjärnbilden Andromeda synes.

Förutom dessa tre bäst kända meteorgrupper har man iakttagit ett tiotal andra periodiska grupper.

4. Sambandet mellan meteorgrupper och kometer.

Granskas t. ex. Leonidernas bana, finner man, att densamma är mycket excentrisk samt att gruppen har en retrograd rörelse d. v. s. rör sig från öster till väster. Likaså äro kometerernas banor mycket excentriska och ofta retrograda. Planeterna röra sig, såsom vi veta, i mindre excentriska banor och alltid från väster till öster. Häraf kan man genast inse, att meteorgrupperna och planeterna ej kunna hafva samma ursprung. Däremot har man funnit, att några meteorgrupperns banor noga sammanfalla med kometbanor. Leonidernas bana sammanfaller

med banan hos en af Tempel år 1866 funnen komet. För jämförelses skull må nämnas: Leoniderna passera sitt perihelium den 10 november, Tempels komet den 11 november. Den förra banan har en lutning af $17^{\circ} 44'$, den senare $17^{\circ} 18'$ mot ekliptikan. Gruppens omloppstid är 33,25 år, kometens 33,18 år o. s. v. Häraf har man slutit, att meteorgruppen utgör en del af kometen, som spridt sig längs sin bana och hvaraf endast en mindre del i form af en ljussvag komet återstår. Likaså har man funnit, att Perseidernas grupp utgör en del af en år 1862 upptäckt komet.

Vi vilja ännu nämna, huru Bielidernas grupp bildats. Vi anförde (sid. 110), att Bielas komet hör till d. s. k. periodiska kometerna och att dess omloppstid kring solen utgör $6\frac{1}{2}$ år. Kometen rörde sig regelbundet i sin bana ända till år 1846, då den oförmodadt delade sig i två skilda kometer, hvilka gingo i hvar sin bana kring solen. År 1852 syntes kometen ånyo och då voro de båda syskonkometerna på stort afstånd från hvarandra. Därefter har kometen ej mera visat sig, utan densamma har spridt sig längs sin bana och gifvit upphof åt meteorgruppen.

Liksom de stora planeterna ofta inverka rubbande på kometernas banor, förorsaka de äfven störingar i meteorgruppernas rörelser. Leverrier har uträknat, att Leoniderna år 126 e. Kr. inkommit i solsystemet samt att Uranus, i hvars närhet gruppen rörde sig, förändrat dess bana till elliptisk. I fig. 35 finnes den ursprungliga och den förändrade banan utmärkta. Sedermera har banan hufvudsakligen genom Jupiters inverkan erhållit sin nuvarande form (den punkterade ellipsen). Det är för öfrigt

möjligt, att Leonidernas bana på nytt undergått en rubbning och att häri orsaken till uteblifvandet af de talrika stjärnfallen kring den 13 november 1899 vore att söka.

Vi hafva sagt, att kometerna innehålla små glest fördelade fasta ämnen. Meteorgruppernas sammansättning är fullkomligt enahanda. Äfven här af framgår det nära samband, som förefinnes mellan kometer och meteoror.

SJETTE KAPITLET.

Fixstjärnorna.

1. Stjärnbilder.

Om man under en klar natt betraktar himmeln, faller oregelbundenheten i stjärnornas glans och fördelning i ögonen. Klara och dunkla stjärnor ses om hvarandra. En trakt af himmeln är rik på stjärnor, en annan stjärnfattig. Önskar man erhålla ett klart begrepp om stjärnhimmeln, är det nödigt att på lämpligt sätt gruppera stjärnorna. Redan i forntiden förenade man nära belägna stjärnor till *stjärnbilder* (*konstellationer*) samt gaf namn åt de klaraste i gruppen. De äldsta urkunderna — Kinesernas urgamla skrifter, Egyptiernas papyrus, Asyriernas i lertafflor inhuggna inskriptioner, Bibeln, Homerus sånger — innehålla uppgifter om de viktigaste stjärnbilder på himmeln. Vid bildandet af stjärnbildernas namn hade inbillningskraften ett stort spelrum. Namnen lånades för det mesta från den lefvande naturen, till en del bildades de efter liflösa föremål. De hos oss synliga stjärnbilderna hafva till största delen fått sina namn af Grekerna.

Södra himlens hos oss osynliga stjärnbilder fingo namn af sjöfarande och vetenskapsmän, hvilka gran-skat södra himmeln.

Äldsta förteckningen öfver stjärnorna anträffas i Ptolemeus Almagest och är uppgjord på grund af Hipparkus observationer. Denna förteckning upp-tager 1025 stjärnor, fördelade på 48 stjärnbilder. Efter hand hafva nya stjärnbilder sammansatts, så

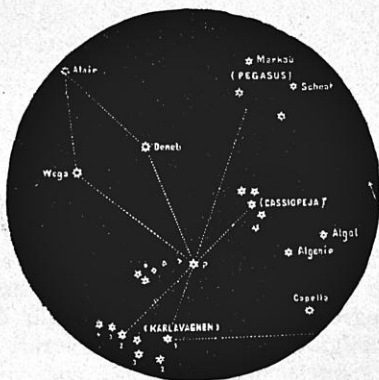


Fig. 36.

att deras antal är för närvarande 86, af hvilka norr om himmelsekvatorn finnas 32 och söder om ekvatorn 54.

De klaraste stjärnornas benämning har delvis grekiskt och till en del arabiskt ursprung. Af de arabiska namnen hafva, för deras främmande form, endast få bibehållits. I början af sjuttonde seklet föreslog *Bayer* ett nytt beteckningssätt, hvilket allt ännu är i användning. I hvarje stjärnbild ordnas stjärnorna efter deras glans och benämnas i följd

med de grekiska bokstäfverna α , β , γ , δ , . . . samt, ifall det grekiska alfabetet ej räcker till, vidare med de latinska bokstäfverna a, b, c. . . . Den klaraste stjärnan betecknas med α , den därefter klaraste med β o. s. v. De klaraste stjärnornas fornnamn begagnas därjemte. Sålunda benämnes t. ex. α i Stora Hunden äfven Sirius, α i Oxen heter äfven Aldebaran o. s. v.



Fig. 37.

I afseende på sin glans indelas fixstjärnorna i *storleksklasser*. De klaraste stjärnorna höra till första klassen, de därefter klaraste till andra o. s. v. De dunklaste stjärnor, hvilka ännu kunna urskiljas med blotta ögat, höra till sjette storleksklassen. Liksom orter på jordytan afbildas på karta, har man äfven konstruerat himmelskartor, på hvilka stjärnorna i sin inbördes ställning betecknats. I hvarje skolatlas finner man en stjärnkarta. Vi skola i det

följande med ledning af en sådan karta samt figurerna 36, 37 och 38 närmare studera stjärnhimmeln. För detta ändamål utgå vi från stjärnbilden:

Karlavagnen eller *Stora Björnen*. Såsom tidigare nämnts, hör till stjärnbilden 7 hufvudstjärnor, hvilka bilda vagnen. Stjärnorna α och β bilda bakhjulen γ och δ framhjulen. Främre stängan utgöres af ϵ , ζ och η . Den mellersta af dessa heter Mizar

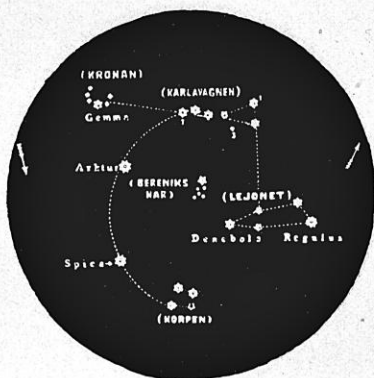


Fig. 38.

och i dess omedelbara närhet synes den lilla stjärnan Alkor (ryttaren).

Med ledning af Karlavagnen finnas flere af de viktigaste stjärnbilderna.

Lilla Björnen. Polstjärnan är dess klaraste stjärna. Såsom tidigare nämnts finnes denna, om i Karlavagnen β och α förenas och sammanbindningslinjen förlänges med fyra gånger sin längd.

Cassiopeja. Stjärnbilden ligger i afseende på Karlavagnen på andra sidan om Polstjärnan och på samma afstånd från sistnämnda stjärna som Karlavagnen. Stjärnbildens fem klaraste stjärnor bilda en W-formig grupp. Då Karlavagnen står högst på himmeln, står Cassiopeja lägst och tvärtom.

Pegasus. Om α i Karlavagnen och Polstjärnan sammanbindes och sammanbindningslinjen förlänges med två gånger sin längd, kommer man till *Pegasus*.

Lyran. Om γ och δ i Karlavagnen förenas och linjen tillräckligt förlänges, anträffas *Vega* i Lyran. Vega är en bland himmelns klaraste stjärnor.

Kusken. Om δ och α i Karlavagnen sammanbindes och linjen förlänges med tre gånger sin längd, påträffas Kuskens klaraste stjärna, *Capella*.

Perseus. Om γ och α i Karlavagnen förenas, träffar den förlängda linjen stjärnbilden *Perseus*, hvars klaraste stjärna är *Algol*.

Svanen. Om ifrån *Algol* en linje drages genom Cassiopeja, anträffas på andra sidan om nämnda stjärnbild den klaraste stjärnan *Deneb* i Svanen.

Örnen. Om linjen från Cassiopeja till *Deneb* förlänges med sin förra längd, anträffas Örnens klaraste stjärna *Atair*.

Stora Lejonet. Om α och β i Karlavagnen sammanbindas, träffar den åt β förlängda linjen en trapezformig stjärnbild. Denna är *Stora Lejonet*, i hvilken *Regulus* är den klaraste stjärnan.

Tvillingarne. Om δ och β i Karlavagnen sammanbindas, träffar den förlängda linjen ett stjärnpar *Pollux* och *Castor*, hvilka utgöra hufvudstjärnorna i *Tvillingarne*.

Lilla Hunden. Om Polstjärnan och *Pollux* sammanbindas och linjen förlänges med hälften af sin

längd, träffas den klaraste stjärnan i Lilla Hunden, *Procyon*.

Oxen. Om ifrån δ i Karlavagnen en linje drages genom a i samma stjärnbild, går denna linje förlängd förbi Cassiopeja och träffar *Aldebaran*, den klaraste stjärnan i Oxen. Omkring Aldebaran ligger en stjärngrupp *Hyaderna*. Nära denna stjärngrupp ligger en annan tätare grupp, *Plejaderna* eller *Sjustjärnan*. Dess klaraste stjärna är *Alcyone*.

Orion. Om en linje drages från Polstjärnan genom Capella, träffar denna norra himmels vackraste stjärnbild, *Orion*, i hvilken finnas två stjärnor af 1:sta, klassen a eller *Beteigeuze* och β eller *Rigel*. I midten af stjärnbilden anträffas ett af tre 2:dra klassens stjärnor bildadt bälte, *Orions bälte*. Under bältet hänger det bågformiga *Orions svärd*.

Stora Hunden. Om Orions bälte förlänges mot öster, kommer man till himmels klaraste stjärna *Sirius*, som hör till Stora Hunden. Fornegyptierna benämde stjärnan „Soth“. Då de i året räknade 365 dygn, räckte det 1460 år innan årets början åter inföll på samma årsdag. Detta tillkännagaf Sothstjärnas uppgång och af denna anledning benämndes nämnda tidrymd Sotisperioden.

Björnväktaren. Om fimmerstången i Karlavagnen tänkes bågformigt förlängd, träffar densamma en 1:sta klassens stjärna *Arcturus*, som hör till Björnväktaren.

Jungfrun. Om förstnämnda linje förlänges utöfver Arcturus, kommer man till Jungfruns klaraste stjärna *Spica*.

Nordliga Kronan. Om β och η i Karlavagnen sammanbindas, träffar denna linje förlängd en stjärngrupp, som har formen af en halfcirkel. Denna är

Nordliga Kronan och i densamma är *Gemma* (= ädelsten) den klaraste stjärnan.

Af de konstellationer, hvilka äro på södra himmeln och blifva för oss osynliga, nämna vi endast himmelns vackraste stjärnbild:

Södra korset. I densamma synas (fig. 39) särskildt fyra stjärnor, som bilda ett kors. Emedan

himmeln är i närheten af stjärnbilden mycket tom på stjärnor, framträder därigenom Södra Korset ännu glansfullare.

I närheten af himmelns sydpol finnes ej någon klarare stjärna. Om i Södra Korset de båda stjärnor, hvilka bilda den längre grenen, sammanbindas och afståndet tages $4\frac{1}{2}$ gånger, finner man närmelsevis orten för himmelns sydpol.



Fig. 39.

2. Stjärnornas ortsbestämning på himmeln.

Stjärnans ort på himmeln bestämmes enligt samma grunder som en punkts på jordytan. För detta ändamål tänker man sig några fasta cirklar dragna på himmeln och beräknar stjärnans afstånd från dessa. Vi nämna endast två metoder för ortsbestämning på himmeln.

1. Grundcirklar äro *horisonten* och *meridianen*. Om genom zenit och stjärnan lägges en cirkel vinkelrätt mot horisonten, erhålles en *höjdcirkel*. Den del af höjdcirkeln, som ligger mellan stjärnan och horisonten, anger stjärnans *höjd*. Om i grader an-

gifves, huru långt ifrån sydpunkten höjdcirkeln är, erhålles stjärnans *azimut*.

2. Grundcirklar äro *himmelsekvatorn* och den genom vårdagjämningpunkten lagda *himmelsmeridianen*, således cirklar, hvilka äro oberoende af vår ståndpunkt. Tänkes genom stjärnan och himmelspolerna lagd en cirkel, benämnes den *deklinationscirkel*. Den del af cirkeln, som ligger mellan stjärnan och himmelsekvatorn, utgör stjärnans *deklination*. Den båge af ekvatorn, som ligger mellan vårdagjämningpunkten och deklinationscirkeln, är stjärnans *rectascension*. Om stjärnan står i himmelspolen, är dess deklination 90° , men 0° , om stjärnan är i ekvatorn.

3. Fixstjärnornas antal, glans och färg.

Vid klar väderlek kan hos oss med obeväpnadt öga ses omkring 4,000 stjärnor af de sex första storleksklasserna. Första klassens stjärnor finnas tillsammans 21, andra klassen 65 o. s. v. Stjärnornas antal stiger hastigt i förhållande till storleksklassen. Man har beräknat, att t. ex. sjette klassens stjärnor finnas öfverallt 5,000, men af nionde klassen 142,000. De dunklaste stjärnor, hvilka kunna ses med de starkaste kikare, höra till 15:nde klassen.

Förhållandet mellan ljusstyrkan hos stjärnor af närstående klasser har uppskattats till $2\frac{1}{2}$. För att erhålla ljusstyrkan hos en första klassens stjärna böra förenas:

| | | | |
|-------------------------------|-----------------------|-----|----------------------|
| 2 ¹ / ₂ | stjärnor af 2:dra kl. | 42 | stjärnor af 5:te kl. |
| 6 | ” ” 3:dje ” | 109 | ” ” 6:te ” |
| 16 | ” ” 4:de ” | | o. s. v. |

Om alla hos oss synliga stjärnor tänkas för-
enade, vore den sammanlagda ljusstyrkan lika med 100
stjärnors af 1:sta storleken. Då en stjärnas af första
klassens ljusstyrka är i medeltal ungefär 100,000:nde
af fullmånens, följer däraf, att under en klar natt
stjärnorna lysa med ett ljus, som endast är $\frac{1}{1000}$
af månljuset.

Om styrkan af Polstjärnans ljus tages till enhet,
fås följande skala:

| | |
|---------------|---------------|
| Sirius 44,1 | Rigel 8,9 |
| Arcturus 12,1 | Procyon 7,5 |
| Vega 10,5 | Aldebaran 4,8 |
| Capella 10,3 | Pollux 4,5 |

Emedan solens ljus är ungefär 55,800 miljoner
gångar större än i medeltal en stjärnas af första
klassen, borde vi förflytta oss 236,000 gånger längre
från solen, på det att solen måtte synas till vår
nya ståndpunkt som en stjärna af första klassen.

Fråga vi oss, huru många stjärnor finnas på
himmeln, hafva vi svårt att gifva därpå något be-
stämdt svar. Begagnas kikare, stiger antalet af de
synliga stjärnorna till 20 millioner, men medelst foto-
grafisk afbildning af himmeln, framträder bilden af
åtminstone 50 millioner stjärnor.

Hvad stjärnornas färg beträffar, äro de flesta hvita, ett stort antal äro gula och jämförelsevis färre äro röda. Hvita stjärnor äro t. ex. Sirius och Vega, Capella är en gul och Aldebaran en röd stjärna. Bland de dunklaste, således för blotta ögat oförnimbara stjärnorna, finnas jämförelsevis många röda stjärnor. För öfrigt är bestämningen af en stjärnas färg ofta nog svår, ty dess färg är ingalunda enkel utan vanligen sammansatt af flere olika färgade ljusstrålar. Uppskattningen af färgen blir ännu ofullständigare, emedan densamma oupphörligt undergår förändringar genom stjärnornas *tindrande*. Emedan stjärnorna tindra desto mera, ju lägre vid horisonten de äro, följer däraf, att orsaken till fenomenet är att sökas i luften. Det är troligtvis genom ljusstrålarnas brytning i atmosfären, som tindrandet uppstår. Då ljusstrålar genomlöpa luftlager, hvilka mycket växla, komma till vårt öga oupphörligt strålar af olika färg.

4. Stjärnornas afstånd.

Om vi passera ett föremål, synes det förändra sitt läge i afseende på sin omgifning. Då jorden rör sig i sin bana, böra äfven fixstjärnorna synas förändra läge. Då en sådan skenbar förändring i deras läge ej kunde iakttagas, anfördes detta såsom bevis för ohållbarheten af Kopernikus lära. Man sade, att alla stjärnor måste skenbart förändra sitt läge, de jorden närmaste mest. Försvararne af Kopernikus lära invände, alldeles riktigt, att stjärnorna

ej synas förändra läge, emedan de äro på ett så enormt afstånd från jorden.

Numera känna vi, att äfven fixstjärnorna äro på ändliga afstånd från jorden, samt att det är möjligt att bestämma deras afstånd. Om man tänker sig ifrån en stjärna räta linjer dragna till ändpunkterna af jordbanans radie, erhålles en vinkel, som benämnes stjärnans *parallax*. I fig. 40 finnas angifna tre stjärnors dubbla parallaxer. Ekliptikans diameter är AB. De dubbla parallaxerna erhållas, då ifrån stjärnorna dragas räta linjer till ändpunkterna af AB. Känner man en stjärnas parallax, är bestämningen af stjärnans afstånd en lätt uppgift. Vi antaga till först, att en stjärnas parallax är 1". Emedan en cirkelperiferi är 1,296,000", vore ekliptikans radie 1,296,000:nde delen af ekliptikan och stjärnans afstånd erhålles, då 1,296,000 delas med 2π eller 6,28. Då divisionen utföres, fås till kvot 206,265 jordradier. Införes i detta tal jordens afstånd från solen eller längden af jordbanans radie, utgör stjärnans afstånd $30\frac{1}{2}$ billioner kilometer. Denna väg genomlöper ljuset på 3,23 år.

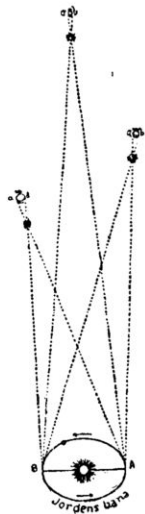


Fig. 40.

Af alla fixstjärnor är, så vidt man känner, oss närmast en för oss osynlig stjärna på södra himmeln, förstklassiga stjärnan *Toliman* i stjärnbilden *Kentauren*. Dess parallax är 0"87. Då 3,23, som motsvarar parallaxen 1", delas med 0,87, erhålles till

kvot $3\frac{3}{4}$ år. Således behöfver ljuset att ifrån den oss närmaste stjärnan komma till oss en tid af $3\frac{3}{4}$ år. Med säkerhet känner man 80—90 fixstjärnors parallaxer och således äfven deras afstånd från solsystemet. Vi anföra följande:

| | | | | | |
|--------------|----------|--------|---------|----|--------|
| Sirius: | parallax | 0",19; | afstånd | 17 | ljusår |
| Vega: | " | 0",18; | " | 18 | " |
| Arcturus: | " | 0",13; | " | 25 | " |
| Polstjärnan: | " | 0",08; | " | 40 | " |

Ett föremål synes, såsom känt, desto större ju närmare det är oss. Man kunde på grund däraf tro, att de klaraste stjärnorna äro oss närmast. I några fall inträffar det äfven, så t. ex. är den oss närmaste stjärnan (i Kentauren) en stjärna af första storleken. Likaså äro oss jämförelsevis nära de klara stjärnorna Sirius, Arcturus och Vega. Men det finnes många dunkla stjärnor, som äro nära jorden, och å andra sidan finnas klara stjärnor, hvilkas parallax är så liten, att densamma ej kunnat bestämmas och hvilka således ligga mycket långt ifrån oss. Häraf finner man, att en stjärnas afstånd ej kan bestämmas endast på grund af dess glans.

5. Stjärnornas egenrörelse.

Fixstjärnorna hafva erhållit sitt namn däraf, att man trodde, att dessa himlakroppar alltid bibehålla samma oföränderliga läge. Granskas himmeln med blotta ögat, kan ej några förändringar

i afseende på stjärnornas läge iakttagas ens under årtusenden. Karlavagnen har i dag precis samma utsende som under Hipparkus tid för 2000 år sedan. Men genom nutidens utomordentligt noggranna mätapparater har det blifvit möjligt att upptäcka en egenrörelse hos fixstjärnorna. Till följd af de enorma afstånden fordras särskilda observationsmetoder för att kunna konstatera stjärnornas ortsförändringar.

Man känner nu redan 4000—5000 fixstjärnors rörelse. I allmänhet hafva de klara stjärnorna en större egenrörelse än de dunkla. Ifrån denna regel finnes det dock en mängd undantag. En stjärnas rörelse bestämmes genom den båge, som stjärnan rört sig på himmeln under loppet af t. ex. ett år. Största egenrörelse har en viss dunkel stjärna på södra himmeln; den utgör om året 9". På 265 år skulle denna stjärna röra sig en båge, lika med månens skenbara diameter. Sirius behöfver för att tillryggalägga en lika stor båge 1494 år. Arcturus skulle på 800 år genomlöpa nämnda båge och likväl rör sig stjärnan under ett dygn 600,000 kilometer.

Såvidt man af gjorda observationer kunnat finna, äro stjärnornas rörelser rätliniga. Om också stjärnornas banor vore slutna linjer, äro dessa så oändligt stora, att man på grund af de observationer, man tills nu har att tillgå, ej skulle kunna bevisa detta.

Då ju solen äfven är en af de millioner stjärnor, hvilka befolka världsrymden, är det naturligt, att äfven solen rör sig. Detta kunna vi ej direkt iakttaga, men gifva vi noga akt på stjärnornas rörelser, finna vi att i dessa skenbart ingår solens

rörelse. Om vi till en början antaga, att endast solen rörde sig, men alla öfriga stjärnor vore orörliga, skulle dessa senare synas röra sig i en riktning motsatt solens rörelse. De stjärnor, hvilka solen närmar sig, skulle ses aflägsna sig från hvarandra, men de stjärnor åter, från hvilka solen aflägsnar sig, skulle synas närma sig hvarandra. Ehuru stjärnorna äga äfven en egen rörelse, kan man likväl från dessa rörelser särskilja den del, som härrör af solens rörelse. Man har beräknat, att solen rör sig mot en punkt i stjärnbilden Herkules och att dess hastighet i sekunden är 25 kilometer.

Om man känner den väg, som stjärnan synes röra sig på himlahavfvet och dessutom den väg, som stjärnan rör sig mot eller ifrån solsystemet, kan stjärnans relativa rörelse i afseende på solen härledas. Genom att granska det ifrån stjärnan till oss kommande ljuset, har man kunnat beräkna den hastighet, med hvilken stjärnan rör sig i afseende på solen. Sålunda har man funnit, att exempelvis Arcturus rör sig i sekunden 12 km åt solen till, Polstjärnan 16 km ifrån solen, Vega 16 km åt solen till och Sirius 18 km mot solen.

Stjärnornas hastighet är mycket olika. Många stjärnor röra sig ej hastigare än planeterna i deras banor, andra hafva däremot en otroligt stor hastighet. Det finnes stjärnor, hvilka i sekunden tillryggelägga 300 km. Om en kropp rör sig med en sådan hastighet, kan man ej tänka sig i rymden en kraft, som kunde hejda kroppens rörelse, utan himlakroppen skulle förblifva i stjärnrymden endast för en ändlig tid.

6. Fixstjärnornas natur.

Man kan med kikare granska de oss närmast belägna himlakropparnes, solens, planeternas och kometernas natur. Hvad fixstjärnorna beträffar hafva vi ej den ringaste nytta af förstörande instrument, ty en fixstjärna synes alltid som en punkt, vi må använda hvilken förstoring som helst. Vi hafva likväl metoder att granska äfven dessa aflägsna världar. Genom att granska det ljus, som ifrån stjärnan kommer till vårt öga, få vi en föreställning om den källa, hvarifrån ljuset utgått. Vi sönderdela ljuset genom ett prisma i dess skilda strålar och granska den sålunda erhållna ljusbilden eller *spektrum*. I rån solens spektrum har man kunnat sluta till solens fysiska beskaffenhet. Likaså kunna vi granska fixstjärnornas natur. Ljuset må genomlöpa kortare eller längre sträckor, detta förändrar ej dess natur. Lika så säkert som en stråle från solen tillkännagifver solens beskaffenhet, likaså visst tillför oss en stråle från en fixstjärna, därifrån den kanske är tusenden år på väg, en föreställning om stjärnans natur.

På grund af olika spektra har Secchi delat stjärnorna i grupper, af hvilka må nämnas följande fyra:

I. *Hvita stjärnor* (t. ex. Sirius, Atair, Regulus). I dessa stjärnor uppträder hufvudsakligen brinnande vätegas.

II. *Gula stjärnor* (t. ex. Capella, Pollux, Arcturus). Dessa stjärnor likna vår sol. I deras dunstkrets anträffas glödande metallgaser.

III. *Rödgula stjärnor* (t. ex. *a* Orion).

IV. *Blodröda stjärnor*. Till denna grupp höra endast dunkla stjärnor.

Om en fast kropp, t. ex. en jernbit glödgas, är dess färg beroende af värmegraden. Då kroppen börjar att glöda, antager den först en röd färg, därefter öfvergår färgen i gult, blått och sist utstrålar kroppen hvitt ljus. Olika färgade fixstjärnor äro solar i olika värmestånd. Liksom vår sol, är äfven stjärnan en fast eller flytande kropp, omgifven af en dunstkrets. Då stjärnan är i sin första alstringsperiod, omgifves densamma af en mäktig dunstkrets, i hvilken härskar en utomordentlig värme, och som till hufvudsaklig del innehåller väte- och heliumgaser, hvilka gifva stjärnan dess hvita färg. Då stjärnan sammandragit sig till den grad, att dess afkylning begynt, uppträder i dess atmosfär, alldeles såsom i solen, en mängd metallgaser och stjärnan hör till II gruppen. På solen, som äfven hör till andra gruppen, iakttages äfven en afkylning, ty såsom vi veta uppstå på dess yta till en viss grad afkylda delar i form af solfläckar.

Då stjärnan fortsättningsvis afkyles, aftager samtidigt värmegraden i dess atmosfär och grundämnena kunna ingå kemiska föreningar. Stjärnans färg öfvergår i rödt. Slutligen utsänder stjärnan så litet ljus, att den blir för oss osynlig. Stjärnans yta betäckes då af en fast skorpa och den har utslocknat.

Vi hafva förut nämnt, att de till gruppen II hörande stjärnorna hafva ett likadant spektrum som solen. Häraf har man slutit, att alla dessa tusende solar innehålla öfverhufvud samma ämnen och i likadana sammansättningar, som solen. Emedan alla stjärnor komma att tillhöra eller hafva redan tillhört II gruppen, är det antagandet sannolikt, att öfverallt i rymden himlakropparne äro sammansatta af samma grundämnen.

Den till jorden synliga stjärnvärlden är lik en ö i den oändliga rymden. Ehuru tiden är utan ända, måste det dock antagas för gifvet, att stjärnvärlden haft en begynnelse. Denna bör ej fattas sålunda, att alla stjärnor bildats på en gång, utan en bildning försiggår fortfarande. I rymden finnas alla utvecklingsstadier representerade. Stjärnornas ålder är högst olika. Emedan stjärnorna i gruppen I hafva den största sammandragningsförmågan, finnes af dessa jämförelsevis mest. Af de själflysande stjärnorna anträffas däremot röda stjärnor jämförelsevis litet. Naturligtvis finnes det äfven en mängd uteslocknade solar, hvilkas tillvaro kikaren ej kan uppdaga, men hvilka, såsom vi i det följande skola anföra, på annat sätt blifvit bevisad.

7. Dubbelstjärnor.

I Karlavagnen ses i närheten af Mizar en annan mindre stjärna, som benämnes „Ryttaren“ eller Alcor (sid. 122). Användes tillräcklig förstoring, finner man, att Mizar ej är enkel, utan består af tvenne mycket nära hvarandra belägna stjärnor. Man har funnit, att förhållandet emellan Mizar och Alcor är ett helt annat än emellan Mizar och dess följeslagare. Utan tvifvel är Alcor långt aflägsen från Mizar, ehuru de äro i närapå samma synlinje och därför förefalla att vara nära hvarandra. Annat är förhållandet med Mizar och dess följeslagare. De äro i verkligheten mycket nära hvarandra och den ena rör sig kring den andra. Vi hafva för oss en *dubbelstjärna*.

För att kunna bedöma, om tvenne närliggande stjärnors samband endast är skenbart eller verkligt, måste stjärnornas egenrörelse undersökas. Om det då inträffar, att den ena rör sig kring den andra eller att den ene följer den andra, då denna rör sig i rymden, kan man med bestämdhet påstå, att ett fysiskt samband består mellan de båda stjärnorna.

För närvarande känner man omkring 4000 dubbelstjärnor. De båda komponenterna röra sig kring samma punkt, kropparnas gemensamma tyngdpunkt. Den kortaste med säkerhet kända omloppstiden är $11\frac{1}{2}$ år, den längsta 1578 år. Vi anföra här några dubbelstjärnor samt deras omloppstider:

| | | | |
|-----------------------|-------|--------------------|--------|
| Procyon | 40 år | ζ Vågen | 96 år |
| Sirius | 49 „ | δ Svanen | 415 „ |
| α Kentauren | 87 „ | Castor | 1001 „ |

De båda syskonstjärnorna, af hvilka en dubbelstjärna är bildad, äro ofta olikfärgade. Exempelvis är β Svanen en dubbelstjärna, där den större stjärnan är gul och den mindre blå. Polstjärnan är äfven dubbel, båda stjärnorna äro ljusgröna.

I rymden finnes ej blott dubbelstjärnor, där anträffas äfven *mångdubbla stjärnor*. Mångfaldig är t. ex. ε Lyran, som är sammansatt af två dubbelstjärnor. I Enhörningen finnes en femfaldig stjärna.

Såsom förut nämnt sluter man vanligen på grund af stjärnans rörelse till dess dubbla natur. Men man har äfven genom räkning kunnat bevisa, att en stjärna är dubbel, ehuru man ej sett den andra komponenten. Vi anföra par exempel. Då i Sirius rörelse iaktogs vissa oregelbundenheter, kom man till den öfvertygelsen, att Sirius ej är en

enkel stjärna, men att till densamma hör en syskonstjärna, som åstadkommer de observerade rubbnin-garne i Sirius rörelse. Genom beräkning bestämdes syskonstjärnans bana, och först flere år därefter upptäcktes den svagt lysande stjärnan. Man har beräknat, att hufvudstjärnans massa är 13,5 och syskonstjärnans 6,5 gånger så stor som solens. Likaså har man funnit, att Procyon är en dubbelstjärna. Omloppstiden hos stjärnparet beräknades till 40 år. Först år 1896 upptäcktes den förut be-räknade syskonstjärnan.

Genom att granska stjärnans spektrum har i några fall stjärnans dubbelnatur upptäckts. Sålunda har man funnit, att den klaraste stjärnan i Jungfrun, Spica, är en dubbelstjärna. Hufvudstjärnan rör sig i sekunden 89 kilometer. Ifrån den gemensamma tyngdpunkten är hufvudstjärnan 5 millioner kilo-meter. Syskonstjärnan har ännu ej blifvit sedd.

8. Föränderliga och nya stjärnor.

Såsom i det föregående nämnts äro fixstjärnorna genom sin egenrörelse i afseende på sin ort föränderliga. Men äfven i afseende på sin glans äro många fixstjärnor föränderliga. Såsom exempel på *föränderliga stjärnor* anföra vi följande.

På södra himmeln finnes i Argo-skeppet en stjärna, som undergått stora förändringar. År 1677 var stjärnan af 4:de klassen, men år 1689 hade den uppnått andra storleken. Dess glans aftog därefter och år 1811 var den åter af 4:de klassen. Därefter

tilltog stjärnans ljusstyrka och år 1838 syntes stjärnan som en första klassens stjärna. Då därefter under någon tid stjärnans glans aftog, steg den snart åter och uppnådde år 1843 sin höjdpunkt. Den lyste då lika klart som Sirius. Numera har stjärnan så aftagit, att densamma ej mer kan med blotta ögat urskiljas.

Bland föränderliga stjärnor med kortare period är *Algol* i Perseus särskildt anmärkningsvärd. Stjärnans föränderlighetsperiod utgör 2 dygn 20 timmar 48 minuter. Under största delen af denna tid lyser stjärnan med sin största glans och är då af 2:dra klassen. Sin minsta glans, då stjärnan är endast af 4:de klassen, har densamma under mindre än en half timme. Man känner flere andra stjärnor, hvilkas föränderlighet är likadan som Algols. Å andra sidan finnas några stjärnor, hvilka under sin föränderlighetsperiod två gånger uppnå sitt maximum och två gånger sitt minimum. En sådan stjärna är t. ex. β i Lyran. Nästan alla hithörande stjärnor äro hvita, några äfven gula, och kallas med ett gemensamt namn *Algol-stjärnor*.

Stjärnornas föränderlighet är säkerligen ej något sällsynt fenomen. Hvarje år upptäckes nya föränderliga stjärnor, så att de numera kändas antal uppgår till flere hundra.

Nästan alla föränderliga stjärnor, hvilka ej tillhöra Algol-gruppen, äro röda. De tillhöra gruppen IV. Vi veta, att alla stjärnor äro själflysande himlakroppar, hvilka i afseende på sitt ljus och sin kemiska sammansättning likna vår sol. Äfven solen är, ehuru ej i någon nämnvärd grad, föränderlig. På solens yta visar sig tidtals en mindre mängd fläckar. Om solen tänktes förlagd på en fixstjärnas afstånd från jorden och undersöktes med ljusmät-

ningsinstrument, skulle man finna, att dess ljusstyrka ej är alltid densamma, utan att den äger en föränderlighetsperiod af 11 år (sid. 63). Liksom solen torde äfven ett stort antal fixstjärnor vara föränderliga, ehuru föränderligheten är så liten, att vi ej kunna observera densamma. Endast i undantagsfall är föränderligheten större och då uppträder himlakroppen som en „föränderlig“ stjärna. Om man granskar spektra af stjärnor, hörande till grupp IV, finner man, att dessa påminna om solfläckarnes spektrum. Därför måste antagas, att förenämnda stjärnor äro till större delen betäckta af en fast yta. Stjärnan synes föränderlig endera på den grund, att dess yta tidtals betäckes till större eller mindre del af en fast skorpa eller också därför, att stjärnan under sin rotation vänder mot oss en mer eller mindre lysande del af sin yta.

Om stjärnan hör till Algol-gruppen, är föregående förklaring ej hållbar. Dessa stjärnors ytor befinna sig i det högsta glödningstillstånd och ingen fläckbildning är på deras ytor möjlig. En annan förklaringsgrund för deras föränderlighet måste sökas. Man har funnit, att deras föränderlighet förorsakas af en mörk kropp, som kretsar kring hufvudstjärnan. Vi skola särskildt betrakta Algol. Kring den lysande hufvudstjärnan rör sig en mörk eller mindre lysande kropp, hvilken vi ej kunna se. Båda kropparne röra sig kring deras gemensamma tyngdpunkt under ungefär 3 dygn och deras rörelseplan går genom solsystemet. Om den dunkla kroppen under sin rörelse träder mellan den lysande stjärnan och jorden, fördunklas hufvudstjärnans glans och för oss framstår dubbelstjärnan i sitt minimum. Denna tid räcker mindre än $\frac{1}{2}$ timme. Ifall de båda sy-

skonstjärnorna ej befinna sig med jorden på samma räta linje, är stjärnans ljusstyrka oförminskad. Man har äfven kunnat beräkna, huru stora de båda till Algol hörande himlakropparna äro, samt funnit, att den lysandes massa är $\frac{4}{9}$ och den dunklas $\frac{2}{9}$ af solens massa. Syskonstjärnorna äro jämförelsevis mycket nära hvarandra. Afståndet mellan deras medelpunkter utgör endast 4,800,000 kilometer.

Vi nämnde, att β i Lyran är en föränderlig stjärna. Den är därjemte en dubbelstjärna, men båda komponenterna äro själflysande. Den större kroppen är 21 och den mindre $9\frac{1}{2}$ gånger så stor som solen. Den störres ljuskraft är $\frac{4}{10}$ af den mindres. Om båda stjärnorna äro i afseende på synlinjen bredvid hvarandra, har stjärnan sin högsta glans. Om åter kropparne äro på själfva synlinjen, har stjärnan sin minsta glans. Ljusstyrkans förminskning är störst, då den större kroppen är på samma sida som jorden, men minst, om den mindre kroppen är på samma sida som jorden.

Föränderligheten hos några stjärnor är högst ringa, hos andra i ögonen fallande. Då det i världsrymden finnes ett stort antal utslocknade eller mörka solar, kan det inträffa, att en sådan himlakropp för en tid uppflammar och framstår då som en *ny stjärna*. Säkallade nya stjärnor känner man flere från äldre tider. Den utmärkta grekiska astronomen Hipparkus berättar om en stjärna, som 125 f. Kr. oförmodadt syntes på himmeln och någon tid lyste med starkt sken. Ifrån medeltiden är bäst känd d. s. k. Tyko Brahes stjärna, som år 1572

visade sig i stjärnbilden Cassiopeja. Då stjärnan hade sin största ljusstyrka, glänste den klarare än Venus. Stjärnan syntes äfven på ljusa dagen. Efter två år hade stjärnan åter försvunnit. Äfven under vår tid hafva nya stjärnor upptäckts. År 1892 upptäcktes i Kusken en ny stjärna af 4:de klassen. Numera kan stjärnan knappt ses med den starkaste kikare.

Man trodde förr, att en ny stjärna hade uppstått af intet och åter blifvit till ett intet. Numera betvivlar ingen, att stjärnan alltid funnits till, ehuru vi ej kunnat för dess svaga ljusstyrka se densamma. Endast då kunna vi se stjärnan, om den af en eller annan orsak uppflammar.

Då man undersökt ljuset, som en ny stjärna utstrålar, har man funnit, att detsamma härrör från eruptioner på himlakroppens eljest dunkla yta. Vid granskning af den nya stjärnan i Kusken, från år 1892 fann man, att ifrån kroppens yta utgingo brinnande gaser, hvilka rörde sig med en hastighet af 670 kilometer i sekunden. Fenomenet påminner fullkomligt om protuberanternas rörelser på solytan, ehuru eruptionerna på stjärnan synas hafva varit mycket häftigare än på solen. Af allt kan man sluta, att de nya stjärnorna äro solar, hvilka betäckas af en mörk yta, men under hvilken allt fortfarande härskar en stor hetta. Då den inre glödande massan framkväller, tändes stjärnan för någon tid.

9. Stjärnhopar och Nebulosor.

Betraktar man himmeln, finner man genast, att stjärnorna på några ställen synas vara tätare hop-

gyttrade. I Vintergatan t. ex. synas stjärnorna vara mycket nära hvarandra. Samma är förhållandet med stjärnorna i Sjustjärnan eller Plejaderna. På en yta, som ej är större än fullmånen, ses med blotta ögat 7 stjärnor, men vid begagnandet af



Fig. 41.

kikare stiger de synliga stjärnornas antal till hundra. Nära Plejaderna anträffas en annan *stjärnhop*, Hyaderna. Emedan stjärnhopen ligger nära den klara stjärnan Aldebaran, kan nämnda stjärnhop endast ofullständigt ses med blotta ögat. Om stjärnorna i en stjärnhop äro mycket nära hvarandra,

ser hopen ut som en liten töckenfläck. En sådan är t. ex. stjärnhopen Krubban (Praesepe) i Kräftans stjärnbild. Fig. 41 framställer Plejadernas grupp. I stjärnbilden Herkules finnes en stjärnhop, hvilken knappt kan urskiljas med blotta ögat. Användes däremot stark förstoring, ses i stjärnhopen omkring 1,500 skilda stjärnor. Fig. 42 framställer denna intressanta stjärnhop.

Man har funnit, att ej alla töckenlika bildningar kunna sönderdelas i skilda stjärnor, man må an-

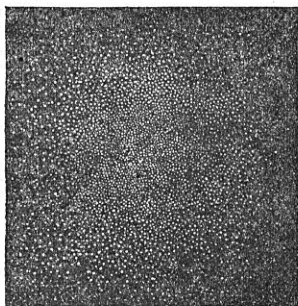


Fig. 42.

vända en huru stor förstoring som helst. Det finnes ett stort antal grupper, hvilka ej innehålla några enskilda stjärnor. Dessa benämns *stjärntöcken* eller *nebulosor*. Förr trodde man, att man kunde sönderdela alla stjärntöcken i enskilda stjärnor, blott man använde en tillräcklig förstoring. Numera har man bevisat, att detta ej är fallet, utan att i rymden finnas såväl stjärnhopar som ock stjärntöcken. Genom att granska ljusets spektrum kunna vi bedöma, om vi hafva för oss en stjärnhop eller ett stjärntöcken.

Om spektrum uppkommer genom ljusstrålar, hvilka utgå från en glödande fast kropp, är gruppen en stjärnhop, men om spektrum får sitt upphof af en glödande gas, hafva vi för oss ett stjärntöcken.

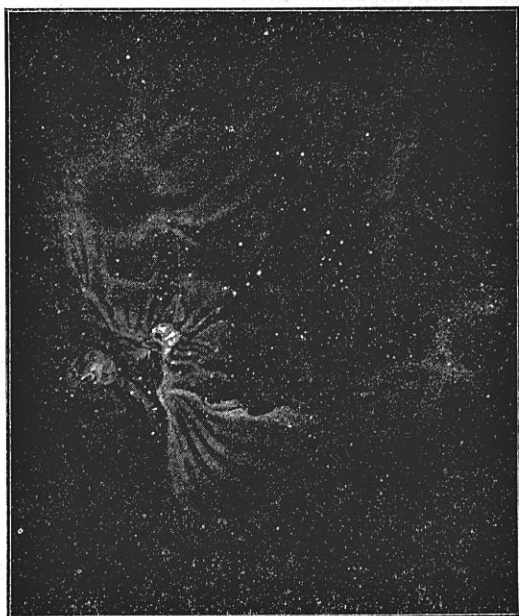


Fig. 43.

Häraf följer, att stjärntöcknen äro glödande gaser. Dock finnas flere mellanformer. Det finnes nebulo-
sor, i hvilka enskilda stjärnor äro inbäddade och omvänt finnas stjärnhopar, där de enskilda stjärnorna bestå af gasmassor.

Vi skola nu granska några nebulosor. Först vilja vi betrakta den stora *Orion-nebulosan*. I nämnda

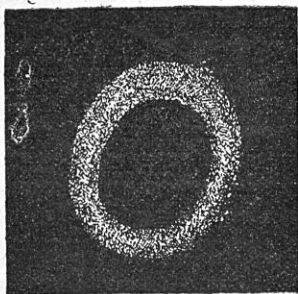


Fig. 44.

stjärnbild finnes d. s. k. Orionsbältet. Under dess vänstra stjärna anträffas en något dunkel stjärna, som vid användning af kikare befinnes vara sammansatt af 6 skilda stjärnor. Denna stjärngrupp omgifves af Orion-nebulosan. Töcknet är blåaktigt till sin färg och ljusast i midten. Fig. 43 framställer nebulo-

san. Såsom af figuren synes, befinner sig en mängd stjärnor i själfva nebulosan. De höra dock ej till själfva nebulo-



Fig. 45.

san utan befinna sig endast i samma synlinje som töcknet.

För det andra vilja vi betrakta nebulosan i stjärnbilden Andromeda. Stjärntöcknet ligger mellan

Cassiopeja och Pegasus samt synes äfven med blotta ögat. Om töcknets spektrum undersökes, finner man, att midtelpartiet af nebulosan utgöres af en stjärnhop, omgifven af en långsträckt töckenmassa.

Nebulosorna afvika i anseende till form i hög grad från hvarandra. Från fig. 43 finner man huru oregelbunden Orion-nebulosan är. Men å andra sidan anträffas en mängd stjärntöcken med mycket regelbunden form, hvilka på grund häraf benämnas *regelbundna* nebulosor. Af dessa nämna vi först de *ringformiga* nebulosorna, till hvilka t. ex. nebulosan i Lyran hör. Detta töcken anträffas midt emellan

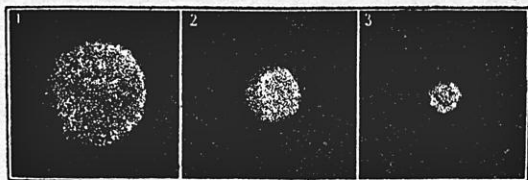


Fig. 46.

β och γ i nämnda stjärnbild. Fig. 44 framställer detsamma, sådant det visar sig i en starkt förstörande tub. Ehuru töcknets mellersta del synes mörkt, utgöres äfven denna del af en genomskinlig gasmassa. För öfrigt påminner töcknet om Saturnus ring.

Nära besläktad med de ringformiga töcknena äro *spiraltöcknen*. I Jagthundens stjärnbild finnes ett sådant töcken, hvarom fig. 45 ger en föreställning. Töcknet liknar en vattenhvirvel.

Det finnes äfven en mängd klotformiga, i midten ljusstarkare töcken. Dessa kallas, på grund af

deras skenbara likhet med planeterna, *planetariska*. Sådana framställer fig. 46. De planetariska töcknen äro vanligen blågröna.

Betraktar man de regelbundna nebulosorna, ledes man till den föreställningen, att nämnda töcken utgöra olika utvecklingsstadier. Till först kommer den glödande gasmassan i hvirfvelrörelse, därpå afskiljer sig ett ringformigt töcken och vid dess sönderdelning bildas klotformiga nebulosor. Vid fortsatt utveckling bildar sig i det planetariska töcknet en tätare och tillika ljusstarkare centralkropp. Det finnes i själfva verket nebulosor, i hvilka centralkroppen redan är under bildning. Dessa nebulosor kallas *töckenstjärnor*. Ibland finnes i töcknets inre flere centralkroppar. Af allt kan man sluta, att töckenstjärnan är det sista utvecklingsstadiet, innan ett solsystem bildas, i hvilket kan finnas en, två eller flere centralkroppar eller solar.

Man känner för närvarande öfver 5,000 nebulosor. Ungefär lika många stjärnhopar äro kända. Öfverhufvud anträffas de flesta stjärnhoparne i närheten af Vintergatan, men jämförelsevis färre töcken därstädes.

På södra himmeln i närheten af himmelspolen finnas två utbredda nebulosor. De benämnas *Kapmolnen*. De äro sammansatta af flere mindre töcken, förenade sig emellan genom ett mattskimrande gas-hölje.

Det tyckes som om det urämne, hvaraf alla nebulosor och äfven färdigbildade solar bestå, funnes utbreddt öfverallt i världsrymden. Användes starkt förstorande tuber, synes öfverallt ett svagt skimrande töcken. Någon utpräglad gräns finnes sannolikt ej mellan de formlösa töcknena, de regel-

bundna nebulosorna och de färdigbildade stjärnorna; vi hafva blott för oss himlakroppar i en olika alstringsperiod.

10. Vintergatan.

Vi hafva i det föregående granskat rymdens skilda kroppar och därunder trängt in allt längre i världsrymdens djup. Vi hafva nått den synliga världens gränser. Vi hafva nu endast att behandla *Vintergatan*.

Enhvar känner den mäktiga stjärnhop, hvilken likt ett bälte omgifver himmeln. Vintergatan löper mellan Orion och Tvillingarne, genom Kusken, Perseus och Cassiopejas stjärnbilder, utbreder sig därpå i Svanens stjärnbild och förgrenar sig i Örnen. Stjärnbältet fortsättes därefter mellan Skytten och Skorpionen, sammandrager sig i Södra Korset och utbreder sig åter i Argoskeppet samt fortlöper förbi Sirius till sin utgångspunkt. Vintergatan lutar 63° mot himmelsekvatorn. Dess bredd varierar mycket. På de smalaste ställen är dess bredd endast 6—8 gånger så stor som månens skenbara diameter, men på det bredaste stället 30 gånger så stor. Vintergatan innehåller oregelbundet fördelade klarare och dunklare stjärnor. Genom densamma delas himmeln i två delar, hvilka förhålla sig till hvarandra som 8 : 9.

Om man med kikare betraktar Vintergatan, mångdubblas de synliga stjärnornas antal och likvisst kvarstår ställen, hvilka ej låta sönderdelas sig i enskilda stjärnor, förstoringen må ökas i hvilken grad som helst. Såsom exempel på mæng-

den af Vintergatans stjärnor må nämnas, att en forskare såg på en fjerdedelstimme 116,000 stjärnor draga förbi kikarens synfält.

Medelst kikare kan man ej utforska, om Vintergatan är en samling af enskilda stjärnor eller om den är ett töcken, i hvilket millioner stjärnor lysa. Genom att granska Vintergatan på fotografisk väg har man funnit, att densamma är i hufvudsak en stjärnhop. Nästan alla i hopen befintliga stjärnor höra till I gruppen. De tillhöra följaktligen alla samma utvecklingsstadium. Tages i betraktande, att öfverallt, där stjärnor bilda en tätare hop, dessa sannolikt bilda ett särskildt stjärnsystem, där ömse-sidiga attraktionskrafter upprätthålla systemets bestånd, kan man sluta, att Vintergatans stjärnor bilda ett skildt system. Om förhållandet är sådant, måste det antagas, att Vintergatans stjärnor stå jämförelsevis nära hvarandra.

Så långt tillbaka, som forskningen går, har man funnit, att Vintergatans utseende förblifvit oförändradt, och likväl rör sig solsystemet i världsrymden med stor hastighet. Då solen, åtföljd af jorden, förändrar sin plats, förändras jordens ställning till Vintergatan och under sådant förhållande borde ju samtidigt Vintergatans skenbara utseende förändras. Då man ej kunnat konstatera några förändringar i Vintergatans form, måste man däraf sluta, att äfven dess närmaste gräns är mycket aflägsen. Säkert behöfver ljuset för att komma från Vintergatan till oss minst 4,000 år. Ehuru meningarne om Vintergatans natur ännu i flere afseenden äro afvikande från hvarandra, har likväl den åsigten allt mera gjort sig gällande, att:

solen är medlem i en ringformig stjärnhop;

På ett långt afstånd från denna stjärnhop, och rundt omkring densamma finnes en annan stjärnrik hop, hvars sken för det enorma afståndets skull sammansmälter, så att stjärnhopen framstår som en svagt lysande töckenring;

Till den inre stjärnhopen hör ett stort antal stjärnor, bland dessa äfven vår sol, någotsånär i midten af hopen. De båda stjärnhoparne bilda gemensamt Vintergatan med dess förgreningar.

Tager man ännu i betraktande de talrika stjärnhopar och töcken, hvilka synas på himmeln, kan man med någorlunda stor sannolikhet påstå, att de flesta höra till samma stjärnsystem som vår sol. Likvisst är det troligt, att utanför vårt stjärnsystem finnas äfven andra stjärnsystem. Angående dessa veta vi knappt något, då man ej kunnat bestämma afståndet af ens ett enda stjärntöcken.



Genom hvarje bokhandel kan erhållas:

Bildatlas öfver växtriket efter det naturliga systemet, med text bearbetad af *R. Hult*. 68 färglagda taflor med öfver 600 afbildningar.

Pris i clotband 15 mk.

De viktigaste kulturväxterna af *Fredr. Elfvig*. Med 96 afbildningar i texten. Andra uppl.

Pris 6 mk.

Finlands kärlväxter. De vildt växande och allmännast odlade, ordnade i naturligt system af *Otto Alenius*.

Pris inb. 5 mk.

Herbariekatalog för Finlands skolungdom sammanställd af *R. Boldt*.

Pris 75 p.

Lärobok i oorganisk kemi afsedd förnämligast för den farmaceutiska undervisningen, för tekniska skolor samt för sjelfstudium, utgifven af *Allan Aschan*. Med 34 illustrationer.

Pris inb. 3 m. 75 p.

Människokroppen och dess organ. En åskådlig framställning i ord och bild af dess byggnad af Dr Schmidt. Öfversatt och delvis bearbetad af *O. M. Reuter*.

Pris inb. 2 m. 50 p.

Hunden, dess byggnad och inre organ. Åskådlig framställning i ord och bild af Dr A. Seyferth. Öfversatt och bearbetad af *O. M. Reuter*.

Pris inb. 3 m. 50 p.