

LECTIUNI ELEMENTARE
DE
ASTRONOMIE

DE
N. ABRAMESCU
PROFESOR LA UNIVERSITATEA DIN CLUJ

EDIȚIA IX-a REVĂZUTĂ ȘI ADĂUGITĂ

APROBATĂ DE MINISTERUL INSTRUȚIUNII CU ORDINUL No. 546
DIN 29 IULIE 1929.



COPERNIC

Taxa timbrului didactic de 5% pentru acest manual s'a plătit direct
Casei Corpului didactic conform deciziunii No. 3660/1928.

TIPĂRITĂ ÎN 5000 EXEMPLARE



EDITURA «CARTEA ROMÂNEASCĂ», BUCUREȘTI

111. - 930.

PREȚUL LEI 108. -



Cota **III 453 417**
Inventar **771 308**

ENTRU TINERET
«CARTEA ROMANEASCĂ»

	LEI
Aldea-Sandu C. In urma plugului. Ed. III . . .	65.—
Alecsandri V. Poezii (Opere complete) cu intro- ducere de Prof. G. Adamescu . .	90.—
Alexandrescu Gr., Poezii și Proză	50.—
Agârbiceanu I., Ceasuri de seară	35.—
Bălcescu N., Istoria Românilor sub Mihai Viteazul	66.—
Bârsan Zaharia., Poezii	60.—
Bassarabescu A. I., Vulturii. Ed. II	40.—
Premiat de „Soc. Scriitorilor Români”	
Brătescu-Voinești Al. I., In lumea dreptății. Ed. I	96.—
Premiul Național	
Coșbuc G., Războiul pentru neamănare Ed. VIII.	75.—
Povestea unei coroane de oțel. Ed. VI.	75.—
Caragiale L. I., Momente Vol. I Ed. VII	60.—
” Vol. II Ed. VI	50.—
Creangă I., Opere complete Ed. VII	60.—
Dragoslav I., Facerea lumii Ed. II	60.—
Premiat de Academia Română	
Dulfu P., Isprăvile lui Păcală Ed. XI Ilustrată .	40.—
Premiat de Academia Română	
” Povestea lui Făt-Frumos. Ed. VI Ilustrată	42.—
” Gruia lui Novac Ed. VIII Ilustrată . .	60.—
Gorun I., Nu te supăra	25.—
Premiul Național	
Odobescu Al., Opere complete Vol. I. Ed. IV .	96.—
Pann Anton., Povestea vorbei Vol. I	45.—
Povestea vorbei Vol. II	65.—
Sadoveanu M., Amintirile căprarului Gheorghică	
Ed. IV	65.—
Povestiri din războiu Ed. IV . .	72.—
Speranția D. Th., Anecdote populare Vol. I . .	40.—
” Vol. II . .	40.—
Slavici I., Povești Vol. I	75.—
” Vol. II	75.—
” Din bătrâni Ed. II	75.—
Vlahuță Al., Din trecutul nostru Ed. III	75.—
” România pitorească Ed. VI	60.—

Elu Poenaru
cl VII liceala 1934-35

LECȚIUNI ELEMENTARE
DE
ASTRONOMIE

liceal DE
N. ABRAMESCU
PROFESOR LA UNIVERSITATEA DIN CLUJ



EDIȚIA IX-a REVĂZUTĂ ȘI ADĂUGITĂ

APROBATĂ DE MINISTERUL INSTRUCTIUNII CU ORDINUL No. 546
DIN 29 IULIE 1929.



COPERNIC

Taxa timbrului didactic de 5% pentru acest manual s'a plătit direct
Casei Corpului didactic conform deciziunii No. 3660/1923.

TIPĂRITĂ ÎN 5000 EXEMPLARE



EDITURA «CARTEA ROMÂNEASCĂ», BUCUREȘTI

BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ
BUCUREȘTI

Cota ~~411~~ 453 417
Inventar ~~771~~ 308

373/37

Poenaru Gh. Dumitru

cls. VIII^a liceală "Secție Literară"
lic. Al. Papiu Ilarian "

Tg. Mureș
1934-1935

P R E F A Ț A.

Primirea binevoitoare cu care a fost întâmpinată această lucrare, încurajarea și sfaturile judicioase pe care le-am primit dela iubitorii de știință, au fost pentru mine un îndemn continuu de a îngriji ca la fiecare ocazie aceste lecțiuni să fie mereu îmbunătățite și în curent cu cele mai noi rezultate și descoperiri.

M'am servit, în mare parte pentru alcătuirea acestor lecțiuni de Astronomie, de prelegerile fostului meu profesor universitar, D-l N. Coculescu, Directorul Observatorului din București, căruia îi aduc omagiile mele de recunoștință, și al cărui *Tratat de Astronomie*, de care m'am servit, va rămâne ca o podoabă științifică și literară în limba română. Am adus multe îmbunătățiri și cele mai noi rezultate, servindu-mă de valoroasele lucrări: *L'Astronomie* de M. Moye, *L'Astronomie* de A. Lambert, *Manuel pratique d'Astronomie* de L. Rudaux, *Description du Ciel* de A. Danjon, *Le Ciel* de A. Berget, *L'Astronomie* de Luc Picart, *Le Ciel et l'Univers* de l'Abbé Moreux.

Mulțumesc D-lui D. Constantinescu-Buzău pentru corectarea probelor și Tipografiei „Cartea Românească”, pentru stăruința pusă ca lucrarea să iasă cât mai bine.

Cluj, Iulie 1930.

N. ABRAMESCU

TABLA DE MATERII

Descrierea Cerului.

PAG.

<i>Introducere. Coordonate orizontale. Astre. Sfera cerească. Verticală. Orizont. Distanță zenitală. Înălțime. Azimutul unei astre. Coordonate orizontale</i>	1—4
<i>Mișcarea diurnă. Axa lumii. Poli. Ecuator ceresc. Paraleli cerești. Meridianul locului. Orientarea observatorului. Sensul rotației mișcării diurne. Determinarea meridianului. Determinarea înălțimei polului. Legile mișcării diurne. Timp sideral</i>	4—10
<i>Coordonate ecuatoriale. Cerc orar. Ascensiunea dreaptă și declinația. Determinarea ascensiunii drepte. Luneta meridiană. Cercul meridian. Determinarea declinației. Principalele instrumente astronomice. Lunete. Telescoape</i>	11—20
<i>Descrierea cerului. Cataloage și hărți cerești. Clasificarea stelelor. Calea lactee. Cataloage de stele. Globuri și hărți cerești. Hărți fotografice</i>	20—31

Pământul.

<i>Forma Pământului. Probe de rotundimea Pământului. Axă și poli pământești. Ecuator și paraleli. Schimbarea aspectului cerului cu poziția observatorului</i>	32—35
<i>Mișcarea de rotație a Pământului în jurul său. Probe experimentale. Existența forței centrifuge. Deviația spre răsărit a unei greutate în cădere liberă. Pendulul lui Foucault. Vânturile alizee</i>	35—41
<i>Coordonate geografice. Longitudine și latitudine. Determinarea latitudinii. Sextantul. Determinarea longitudinei. Variația atitudinilor.</i>	42—49
<i>Dimensiunile și forma adevărată a Pământului. Determinarea razei Pământului. Metru. Forma turtită a Pământului. Temperatura solului. Atmosferă. Auroră. Crepuscul. Refracție atmosferică. Elasticitatea globului pământesc. Maree</i>	49—60
<i>Mișcarea Pământului în jurul Soarelui. Ecliptica. Constelații zodiacale. Determinarea punctului vernal. Determinarea momentului când Soarele trece la punctul vernal. Determinarea începutului primăverii. Determinarea planului eclipticei. Punctul vernal luat ca origină a ascensiunilor drepte. Punctul vernal luat ca origină a timpului</i>	

sideral. Longitudine și latitudine cerească. Probe de mișcarea Pământului în jurul Soarelui. Forma orbitei descrisă de Pământ în jurul Soarelui. Intâia lege a lui Kepler. Legea ariilor. A doua lege a lui Kepler. Echinocții. Solștiții. Variația aspectului cerului. Explicarea neegalității zilelor și a nopților. Zone. Anotimpuri. Variațiile direcției ecuatorului. Deplasările aparente ale stelelor. Variația duratei anotimpurilor	60-79
<i>Măsura timpului.</i> Timp sideral. Zi solară adevărată. Timp mijlociu. Ora legală. Durata anului tropic și anului sideral. Calendar. Serbarea Paștelui. Calendarul Gregorian	79-87

Soarele.

Structura generală. Fotosfera. Rotația Soarelui. Periodicitatea petelor și faculelor. Invelișul absorbant al fotosferei. Cromosfera. Coroana. Determinarea rotației Soarelui cu ajutorul Spectroscopului. Lumina și temperatura Soarelui. Energia solară. Teoriile solare	88-102
---	--------

Luna.

Aspectul și constituția Lunei. Temperatura Lunei. Mișcările Lunei. Lunație. Fazele Lunei și lumina cenușie. Rotația Lunei. Eclipse de Lună. Eclipse de Soare	103-119
--	---------

Sistemul solar.

<i>Scurtă privire asupra evoluției Astronomiei.</i> Astronomia celor vechi. Școala din Alexandria. Hiparch. Sistemul lui Ptolemeu. Teoria epiciclor. Sistemul lui Copernic. Stațiile și retrogradațiile Planetelor. Explicarea stațiilor și retrogradațiilor planetelor inferioare. Explicarea mișcării aparente a planetelor superioare. Fazele planetelor. Galileu. Ticho-Brache. Legile lui Kepler. Sateliții lui Jupiter și descoperirea iutei lumini. Legea Newtoniană. Gravitația universală. Legea lui Bode. Planeta Uran. Descoperirea planetelor mici. Descoperirea lui Neptun. Urmașii lui Newton Perioada contemporană	120-135
<i>Noțiuni asupra planetelor și sateliților.</i> Mercur. Venus. Marte. Planetele mici. Jupiter. Saturn. Uran. Neptun. Planeta transneptuniană	135-153
<i>Comete. Stele căzătoare. Bolizi și aeroliți.</i> Aspectul și constituția cometelor. Orbitale cometelor. Dimensiunile și masele cometelor. Comete periodice. Familii de comete. Cometele cele mai însemnate. Comete recente. Comete telescopice. Stele căzătoare. Bolizi. Aeroliți	154-164

Măsura distanțelor și a mărimilor corpurilor cerești.

Generalități. Paralaxa unei astre. Relația dintre paralaxa orizontală a unei astre și distanța sa de Pământ. Relația dintre paralaxa orizontală și de înălțimea unei astre. Depărtarea Lunei. Depărtarea

Soarelui. Depărtarea planetelor de Soare. Depărtarea stelelor. De-
terminarea mărimilor 165--178

Noțiuni elementare de Mecanică cerească.

Generalități 179--180

Noțiuni de Statică. Principiul inerției. Forță. Massă. Principiul egalității
acțiunii și reacțiunii. Greutate. Măsura forțelor și masselor. Unitățile
fundamentale în Mecanică. Compunerea forțelor concurente. Prin-
cipiul independenței efectele forțelor. Rezultanta a două forțe con-
curente. Echilibrul unui punct material. Studiul mișcării circulare
uniforme. Forță centripetă. Forță centrifugă 180--189

Descoperirea legii Atracțiunii Universale. Existența forței atractive.
Intensitatea forței atractive. Gravitarea universală. Expresia cea
mai generală a legii gravitației universale 189--195

Măsura masselor corpurilor cerești 195--199

Noțiuni de Astronomie stelară.

Clasificarea spectrală a stelelor. Dimensiunile stelelor. Masele stele-
lor. Evoluția stelelor. Mișcările proprii ale stelelor. Stele variabile.
Stele temporare. Stele duble. Stele multiple. Roiuri de stele. Nebu-
loasele. Structura Universului. Ipoteze cosmogonice 200--219

ERATA

<u>Pagina</u>	<u>Rândul</u>	<u>În loc de</u>	<u>Să se citească</u>
153	4 de jos	3200 ani (după Shapley)	250 ani
153	9 de jos	0,9	0,25
153	1 de jos (la figură)	S	Dem. Benard vile liceu a că 3934-35

LECȚIUNI ELEMENTARE DE ASTRONOMIE

de N. ABRAMESCU

Poenaru Gh. Dumitru
cls. VII^a liceala, Secția Literară
" (Modernă)
lic. Al. Popu, Ilarian
" Tg Mures, 1934-1935



DESCRIEREA CERULUI

INTRODUCERE. COORDONATE ORIZONTALE.

I. **Astre.** Privind cerul, seara, după apusul Soarelui, vedem că partea înaltă a atmosferei, sustrasă razelor directe ale astrului zilei, lasă deja să treacă lumina scânteetoare ale celor mai frumoase *astre*. Începe noaptea, care înaintează cu întregul său cortegiu de splendori, căci, pe când ziua n'are de cât un Soare, noaptea posedă mii de sori ⁽¹⁾.

În adevăr, cu ajutorul unei lunete puternice, se descoperă pe cer un mare număr de mici pete alburii, difuze, cu contururi uneori nedefinite, care sunt de fapt enorme întinderi de materii cosmice situate la distanțe foarte mari de noi. Ele constituie *nebuloasele* care sunt lumi noi în formație. La un stadiu mai înaintat, materia s'a condensat și formează mulțimea nesfârșită de astre incandescente care sunt *stelele*. Soarele, izvor de căldură, de viață, de orice energie care se manifestă pe Pământ, nu este de cât una din aceste nenumărate stele; *planetele*, printre care se numără și Pământul, cu *satelii* lor, împreună cu *cometele*, formează *sistemul solar*.

Astronomia este știința astrelor și studiază mișcările, depărțările, mărimile, așezarea și constituția fizică a astrelor, a Universului.

Cosmografia expune simplu și elementar o parte din aceste cunoștințe.

(1) După cum descrie YOUNG în *Poème des Nuits*. A se vedea, ABBÉ MOREUX, *Le Ciel et l'Univers* (Doin, Paris, 1928).

2. **Sfera cerească.** Pentru a studia mai cu ușurință poziția astrelor, vom considera o sferă ideală cu raza foarte mare, având centrul T în ochiul observatorului (Fig. 1). Pe această vom proiecta pozițiunile astrelor și o vom numi *sferă cerească*.

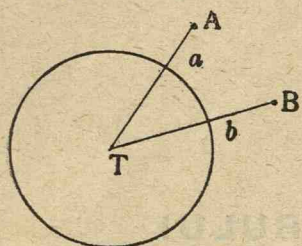


Fig. 1.

Ca poziții ale astrelor A , B (Fig. 1), vom considera punctele a , b , unde razele vizuale TA , TB taie sfera cerească.

Distanța unghiulară a astrelor A și B este unghiul ATB , format de razele vizuale TA și TB , duse din ochiul observatorului la stelele A și B . Distanța unghiulară se măsoară cu arcul de cerc mare ab , tras pe sfera cerească și n'are nici o legătură cu distanța astrelor A și B exprimată în unități de lungime.

Pentru că raza sferei cerești este considerată foarte mare, vom presupune că Pământul este redus la un singur punct, așezat în centrul sferei cerești.

Stele. Planete. Măsurând distanțele unghiulare ale astrelor la diferite intervale de timp, vom constata că cele mai multe astre își păstrează distanțele lor unghiulare neschimbate, ceea ce probează că ele au, unele față de altele, aceleași poziții, sau că ele formează figuri invariabile pe sfera cerească; aceste astre se numesc *stele*.

Sunt și astre care își schimbă distanțele lor unghiulare față de altele, cu alte cuvinte se mișcă pe sfera cerească printre stele. Acestea sunt *planetele*, care se mai deosebesc de stele și prin lumina lor; pe când lumina stelelor e vie și scânteietoare, ca a Soarelui, a planetelor este mai liniștită, ca a Lunei. Dacă privim stelele cu lunete cât de puternice, ele se văd tot ca niște puncte luminoase, pe când planetele, fiind astre mai apropiate de noi, după cum vom vedea, se observă cu atât mai mari cu cât lunetele sunt mai puternice.

3. **Verticală. Orizont.** Direcțiunea gravitației, adică direcțiunea ce o ia un fir ținut fix de un capăt, iar la celalt capăt având atârnată o greutate (fir cu plumb), se numește *verticală* aceluia loc. Orice plan ce trece prin verticală se numește

plan vertical. Dacă ne închipuim că am prelungit verticala atât în sus cât și în jos, punctul de deasupra capului nostru se numește *zenit*.

Verticalele locurilor după Pământ trec prin centrul Pământului.

Orice plan perpendicular pe verticală se numește *plan orizontal*. Planul orizontal care trece prin ochiul observatorului se numește *orizontul locului*. Orizonturile diferă după locurile considerate.

4. **Distanța zenitală. Înălțime.** Presupunem ochiul observatorului în T (Fig. 2); fie TZ verticala și HH' orizontul; fie încă A o astră și ZTA planul vertical al astei. *Distanța zenitală* a astei A este unghiul z format de raza vizuală TA, îndreptată spre astră, cu verticala TZ.

Înălțimea astei deasupra orizontului este unghiul h ce-l face raza vizuală TA cu planul orizontului. Distanța zenitală și înălțimea unei aste sunt complementare, adică

$$z + h = 90^\circ.$$

Prelungind atât planul orizontului, cât și planul vertical al astei A, ele vor tăia sfera cerească după câte un cerc mare (Fig. 2). Distanța zenitală z va avea aceeași măsură ca și arcu ZA, iar înălțimea h se va măsura cu arcu Aa.

5. **Azimutul unei aste.** Direcțiunea planului vertical al unei aste este determinat, când se cunoaște unghiul ce acest plan face cu un plan vertical fix, sau unghiul ce face urma lui pe orizont cu o direcțiune fixă de pe orizont.

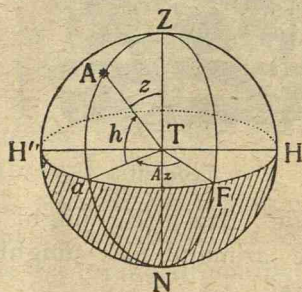


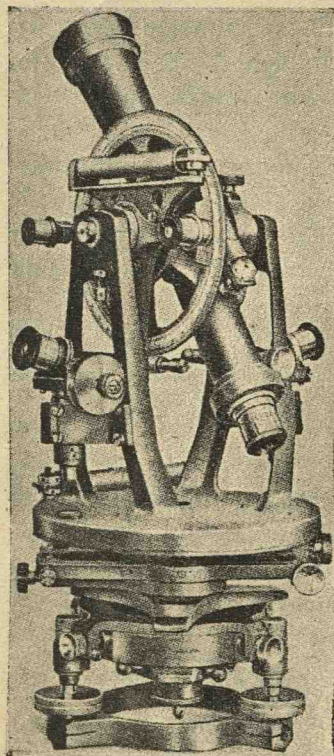
Fig. 2.

Acest unghi se numește *azimutul* astei A (Fig. 2). Astfel, dacă planul vertical fix este ZF, azimutul astei A este unghiul FTa.

6. **Coordonate orizontale.** Azimutul și distanța zenitală, sau azimutul și înălțimea unei aste A, sunt două mărimi care determină poziția astei pe sfera cerească, adică ele constituiesc un sistem de *coordoanate sferice*. Aceste coordonate se zic *orizontale* fiindcă poziția astei este raportată la planul orizontal. Astfel, poziția astei A (Fig. 2) este determinată pe

sfera cerească, dacă se cunoaște azimutul $\angle FTA$ și distanța zenitală $z = \angle ZTA$, măsurată cu arcul ZA , de la Z la A .

Azimutul și distanța zenitală a unei astre se măsoară cu ajutorul unui instrument numit *teodolit*. El se compune: 1)



Teodolit.

2) Dintr'un cerc C' orizontal gradat (Fig. 3), în centrul căruia este fixată o axă verticală. 3) Dintr'un cerc vertical, C , deasemenea gradat, care se învârtă în jurul acestei axe; de acest cerc este fixat un indicator i , așezat în planul cercului C' ; urma Ai , pe care o lasă acest indicator pe planul cercului C' , este urma planului cercului C pe planul cercului C' . 3) O lunetă L ce se poate mișca pe cercul vertical, mobilă în jurul centrului acestui cerc. Când vizăm o astră, îndreptăm luneta astfel ca imaginea steii să vină în centrul lunetei. Unghiul DAD' , determinat de indicatorul i cu o direcție fixă AF , unghi ce-l citim pe cercul orizontal, este azimutul, iar unghiul ZBL este distanța zenitală a astrei.

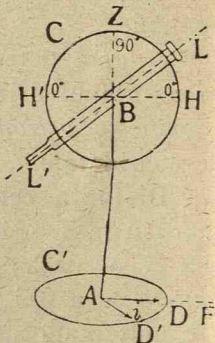


Fig. 3.

MIȘCAREA DIURNĂ.

7. **Mișcarea diurnă.** Dacă observăm într-o noapte întreagă cerul, vedem că stelele se ivesc în partea de răsărit, se ridică până la o înălțime, apoi se scoboară și dispar în partea de apus. În timpul acesta distanțele lor unghiulare nu se schimbă, adică își păstrează aceleași poziții unele față de altele.

Mai observăm că unele stele nu dispar nici odată, descriind niște cercuri complete pe bolta cerească; în fine, o stea, numită *steaua Polară*, pare nemișcată.

În seara următoare, vom vedea apărând aceleași stele, urmând aceleași drumuri, ca în prima seară. Examinând această mișcare generală a tuturor stelelor, vedem că *ele se mișcă ca și cum ar fi fixate pe sfera cerească și aceasta s'ar învârti în jurul unei axe ce trece prin ochiul observatorului și printr'un punct aproape de steaua Polară*. Această mișcare generală a tuturor stelelor se numește *mișcare diurnă*. Această mișcare este aparentă și este datorită faptului că Pământul se învârteste în jurul acelei axe a sa.

8. Axa lumii. Poli. Ecuator cereesc. Paraleli cerești.

Diametrul sferei cerești în jurul căreia pare că se învârtesc stelele, se numește *axa lumii*. Punctele, unde această axă întâlnește sfera, se numesc *poli*, cel care se vede în Europa, se zice polul nord, iar cel opus, polul sud. Cercul mare al sferei cerești, al cărui plan e perpendicular pe axa lumii, se zice *ecuator cereesc*. El împarte sfera

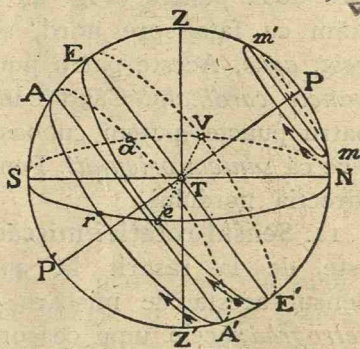


Fig. 4.

cerească în două emisfere; emisfera boreală, care cuprinde polul nord, și emisfera australă, care cuprinde polul sud.

În fig. 4, T este Pământul redus la un punct în centrul sferei cerești; TZ verticala locului de observație, PP' axa lumii, EE'V ecuatorul și NVSe orizontul locului.

Cercurile mici ale sferei cerești, paralele cu ecuatorul, se zic *paraleli cerești*; centrele lor sunt pe axa lumii, iar planele lor sunt perpendiculare pe axă. Ele reprezintă drumurile aparente descrise de stele în mișcarea diurnă. Toate punctele unui paralel sunt la aceeași depărtare de poli. Dacă o stea A descrie un paralel care taie orizontul (Fig. 4), punctul r care coincide cu momentul când steaua apare la orizont, este răsăritul stelei, iar punctul a unde steaua A dispare la orizont, se zice apusul stelei. Stelele, cum ar fi m, care descriu paralele ce nu taie orizontul, se zic *stele circumpolare* pentru locul de observație.

9. **Meridianul locului.** Planul, care trece prin verticala locului și prin axa lumei se numește plan meridian, sau *meridianul locului*. Acest plan taie sfera cerească după un cerc mare PZSP'N (Fig. 4) numit *meridian*.

Meridianul locului pare fix în timpul mișcării diurne. Acest plan taie orizontul după o dreaptă N|TS, care se numește *meridiană*.

10. **Orientarea observatorului.** Meridiana prelungită întâlnește sfera cerească în două puncte N și S (Fig. 4); cel dinspre polul nord, N, se numește *nord*, iar cel opus, S, se numește *sud*. Perpendiculara pe meridiană, dusă în planul orizontal, prin locul unde se află observatorul T, determină alte două puncte (Fig. 4) *e* și V; cel din dreapta, *e*, când stăm cu fața spre nord, se numește *est*, răsărit, celalt V, *vest*, *apus*. Aceste patru puncte, *nord*, *sud*, *est* și *vest*, se zic *puncte cardinale*. Când cunoaștem direcția unuia din aceste patru puncte, putem cunoaște pe toate celelalte și atunci se zice că *suntem orientați*. Pentru a ne orienta, de obicei căutăm direcția nordului.

11. **Sensul rotației mișcării diurne.** Sensul mișcării diurne este de la răsărit la apus (cum arată săgețile, fig. 4). Sensul acesta de mișcare se numește în Astronomie *sens retrograd*; acele unui ceasornic le vedem mișcându-se în sens retrograd. Sensul opus acestuia, adică dela apus la răsărit, se zice *sens direct* (invers ca acele unui ceasornic).

Pentru a vedea mișcarea diurnă, observatorul trebuie să stea cu spatele spre steaua Polară, și atunci va vedea cum stelele se ridică în fața sa dela stânga la dreapta, adică apar spre răsărit, se ridică deasupra orizontului, traversează planul meridianului și în fine se coboară pentru a dispărea către apus.

12. **Determinarea meridianului.** I. *Metoda înălțimilor egale.* Să alegem o stea și în momentul când ea se ridică, să fixăm luneta teodolitului pe cercul vertical. Fie D punctul care corespunde diviziunii de pe cercul orizontal, în dreptul căreia se găsește indicatorul în acest moment (Fig. 5). Steaua, după puțin timp, ese din câmpul lunetei, se va ridica mereu până va ajunge la meridian, apoi va începe să se coboare în partea opusă. Învârtim cercul vertical al teodolitului, fără să schimbăm înclinarea lunetei, care rămâne fixată pe cercul vertical, până când steaua, coborându-se, va fi din nou văzută în lu-

netă, adică va ajunge în A' , la o înălțime egală cu aceea la care se afla când am văzut-o prima oară.

În acest moment, citim diviziunea D' , în dreptul căreia se va găsi indicatorul pe cercul orizontal. Bisectoarea OM a unghiului format de direcțiunile OD și OD' , care este o poziție mijlocie a celor două observate, va corespunde poziției indi-

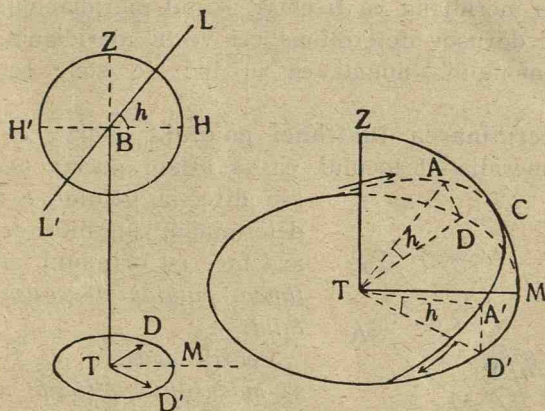


Fig. 5.

catorului, când cercul vertical va fi în planul meridianului. Aducând cercul vertical în această poziție și lăsând luneta liberă pe cercul vertical, vom putea observa numai puncte așezate pe acest meridian.

II. Un instrument foarte simplu de care se serveau observatorii în antichitate și cu care se poate determina meridianul, este *gnomonul*. El se compune dintr'un plan orizontal P (Fig. 6), pe care se fixează o vergea verticală AB ; pe planul orizontal se trag mai multe cercuri cu centrul în P . Când

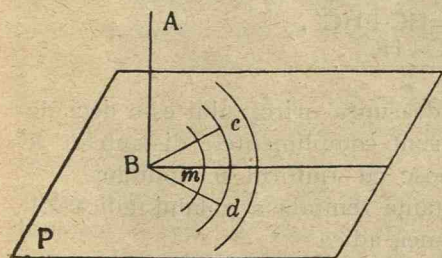


Fig. 6.

Soarele luminează vergeaua dintr'o parte, ea aruncă o umbră în partea opusă. Această umbră e cu atât mai mică, cu cât Soarele e mai sus. Când Soarele e în poziția cea mai înaltă, adică la meridian, umbra este cea mai scurtă,

de ex. Bm ; atunci planul ABm este chiar planul meridianului,

iar Bm este *meridiană*. Astfel se determină meridianul prin culminația Soarelui.

Dacă într'un moment oarecare, înainte de amiază, umbra ar fi Bc , după prânz, Soarele coborându-se, va ajunge la o înălțime egală, și va da o umbră egală Bd . Bisectoarea unghiului cBd va fi meridiană, iar planul ABm , ce trece prin verticala AB și prin meridiană va fi chiar planul meridianului.

Iată cât de ușor determinau cei vechi meridianul, cu ajutorul gnomonului, numai că în loc de stele se serveau de Soare.

13. **Determinarea înălțimei polului.** După ce am determinat meridianul locului, ca să aflăm poziția axei lumii, sau direcția polului, e destul să determinăm unghiul ce această axă face cu orizontul, adică *înălțimea polului deasupra orizontului*.

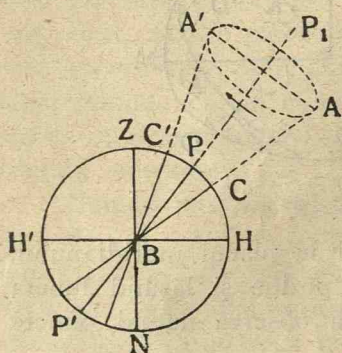


Fig. 7.

Pentru aceasta, va fi deajuns să măsurăm înălțimile unei stele circumpolare la cele două treceri ale ei la meridian și apoi să facem semisuma lor. În adevăr, însemnând cu C și C' (Fig. 7) cele două treceri ale unei stele circumpolare la meridianul locului, avem

$$HP = HC + CP,$$

$$HP = HC' - PC'.$$

Adunând relațiile de mai sus, și observând că $CP = PC'$, obținem

$$2HP = HC + HC',$$

$$HP = \frac{HC + HC'}{2}.$$

Înălțimea HP a polului deasupra orizontului este deci determinată, căci HC și HC' sunt complimentele distanțelor zenitale ZC și ZC' ce se cunosc cu ajutorul teodolitului.

Dacă am voi să avem distanța zenitală a polului, adică ZP , vom lua complimentul înălțimei, adică

$$ZP = 90^\circ - HP.$$

Înălțimea polului deasupra orizontului are multă importanță

în observațiile astronomice. Vom vedea că ea este egală cu latitudinea geografică a localității. Înălțimea polului la Paris este de $48^{\circ} 50' 10''$, iar la București este de $44^{\circ} 25' 28''$.

Am determinat meridianul locului și înălțimea polului pentru un loc de pe uscat. Pentru un loc de pe un ocean (pe apă), vom vedea cum se determină cu un alt instrument, *sextantul*.

14. Legile mișcării diurne. După ce am determinat meridianul în locul de observație și direcția polului, să așezăm un teodolit astfel ca axa lui, în loc să fie verticală, să fie îndreptată către pol, adică să coincidă cu axa lumii. Aceasta se obține, dând axei verticale a teodolitului o înclinare pe orizont egală cu înălțimea h a polului deasupra orizontului. Atunci cercul care era orizontal, va coincide cu ecuatorul ceresc și instrumentul astfel așezat poartă numele de *ecuatorial* (Fig. 8). Dacă cu acest instrument vizăm o stea și dacă fixăm luneta pe cercul B, vedem că putem urmări steaua în mișcarea ei învârtind numai cercul B în jurul axei TP, fără a schimba înclinarea lunetei pe axă. Aceasta se poate constata pentru orice stea. De aci deducem legile mișcării diurne și anume: 1) *orice stea pare că descrie în mișcarea sa diurnă un cerc perpendicular pe axa lumii*. Observând apoi că indicatorul D descrie în timpuri egale unghiuri egale, și că timpul în care se face o învârtire completă este același pentru toate stelele, vom zice că: 2) *mișcarea aparentă a stelelor pe sfera cerească este uniformă și timpul în care se face rotațiunea completă este același pentru toate stelele*. 3) *Mișcarea se face dela răsărit la apus*.

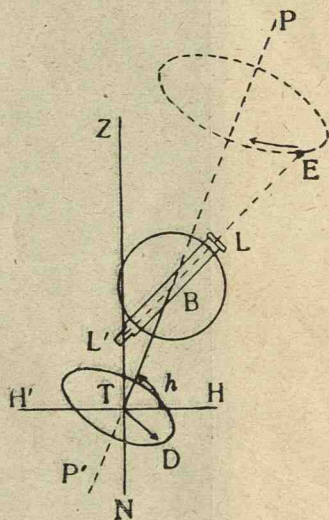
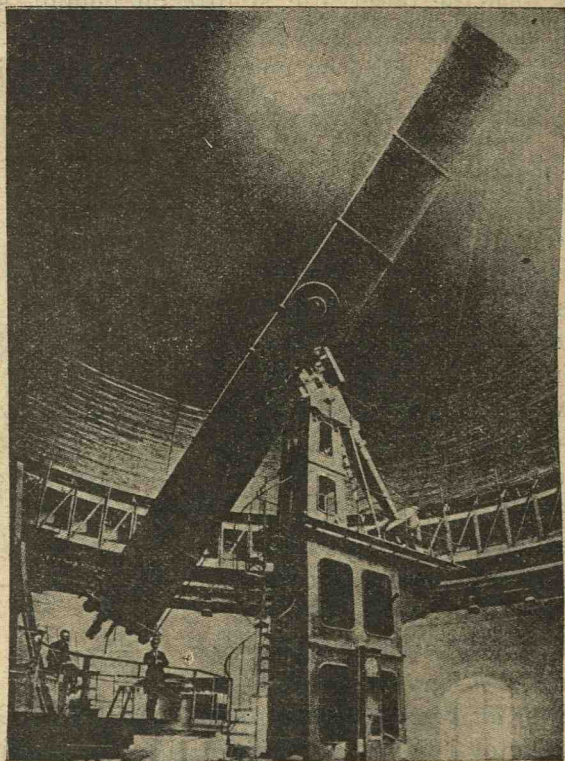


Fig. 8.

15. Timp sideral. Zi siderală este timpul care trece din momentul când o stea se află la meridianul locului până ajunge iarăși la același meridian. Acest timp am văzut că este același pentru toate stelele și este timpul în care se învârteste

aparent sfera cerească în jurul axei lumii. Ziua siderală este de fapt durata de rotație a Pământului în jurul axei sale și are 23 ore 56 minute timp mijlociu dat de ceasornicele noastre. Ziua siderală se împarte în 24 ore siderale, ora siderală în 60 minute siderale și minuta în 60 secunde siderale.

Dacă am potrivi un ceasornic ca să meargă 24 ore în timpul unei zile siderale, el se numește ceasornic (pendulă)

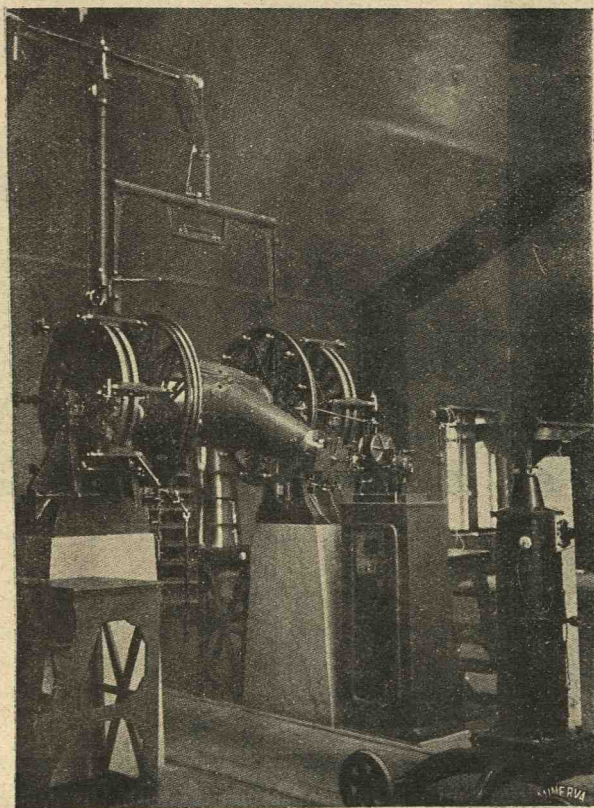


Marele Ecuatorial dela Observatorul din Meudon (Franța)
cu diametrul de 83 centimetri.

sideral și timpul arătat de acest ceasornic se numește timp sideral. S'a făcut învoiala ca ziua siderală să înceapă în momentul când un punct anumit după ecuator, numit *punct vernal*, trece la meridianul locului. Atunci ceasornicul trebuie potrivit să arate 0 ore, 0 minute și 0 secunde. Deocamdată vom considera ca început al zilei siderale momentul când trece la meridian steaua strălucitoare numită *Rigel*.

19. **Luneta meridiană. Cercul meridian.** Pentru ca să observăm trecerea stelelor la meridian, ne servim de o lunetă, care se poate mișca în planul meridianului, în jurul unei axe orizontale ce se reazămă pe două picioare solide.

Cercul meridian este o lunetă meridiană la axa căreia este fixat un cerc vertical gradat; cu acest instrument putem



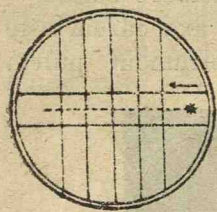
Cercul meridian al Observatorului astronomic din București.

afla și înălțimea astrelor observate, și deci și distanțele lor zenitale meridiene.

În interiorul lunetei se află un cerc, numit *reticul*, pe care sunt întinse două fire subțiri, unul vertical, altul orizontal, trecând amândouă prin centru; deoparte și de alta a centrului mai sunt câte două fire verticale. Acest reticul este astfel așezat, încât firul vertical din mijloc se proiectează pe meridian,

și deci, când o stea trece la meridian, o vedem în lunetă că atinge acest fir vertical. Alături de luneta meridiană trebuie să fie totdeauna o pendulă siderală.

20. **Determinarea declinației.** Să considerăm o stea S în momentul când trece la meridian (Fig. 10). Să însemnăm declinația ES cu D, distanța zenitală meridiană (când steaua trece la meridian) $ZS = Z_m$ și înălțimea polului deasupra orizontului $H'P = h$. Avem pe figură



Reticul

$$ES = EZ + ZS,$$

$$D = h + Z_m,$$

căci unghiurile PTH' și ZTE sunt egale ca având laturile perpendiculare.

Pentru steaua S', situată în emisfera boreală, dar la sud de zenit, vom avea

$$ES' = EZ - S'Z,$$

$$D = h - Z_m$$

În fine, pentru steaua S'', așezată în emisfera australă, avem

$$ES'' = ZS'' - ZE.$$

Însă în această poziție, declinația D este negativă și avem $D = -ES''$ și prin urmare

$$-D = Z_m - h,$$

sau schimbând semnele, găsim

$$D = h - Z_m,$$

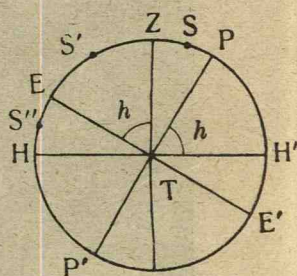


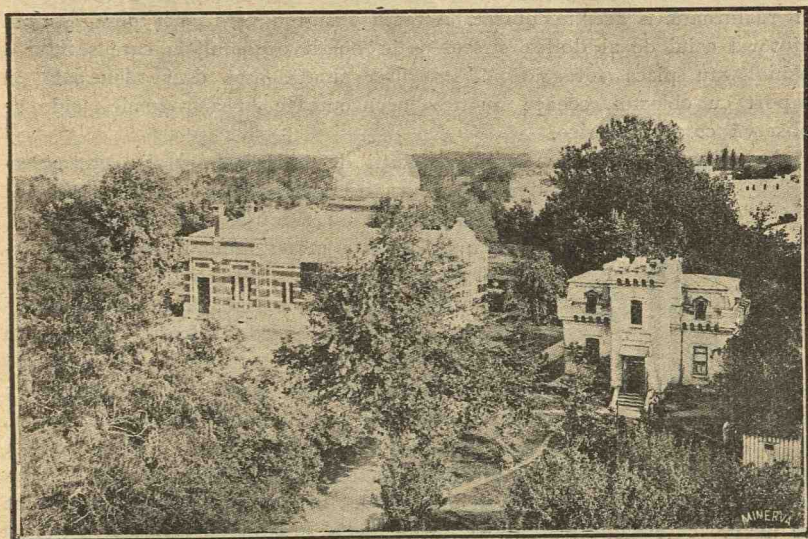
Fig. 10.

Vedem din egalitățile găsite că declinația unei stele este formată din h , înălțimea polului deasupra orizontului, care se determină în locul de observație, odată pentru totdeauna, și din distanța zenitală meridiană Z_m a stelei, și care se află cu luneta maridiană.

Observăm că distanța zenitală este pozitivă când steaua e spre nord de zenit și negativă în caz contrar. Declinația de asemenea este pozitivă dacă e boreală, și negativă când este australă, adică, când steaua este în emisfera australă. Vom putea zice deci că *declinația unei stele este egală cu suma*

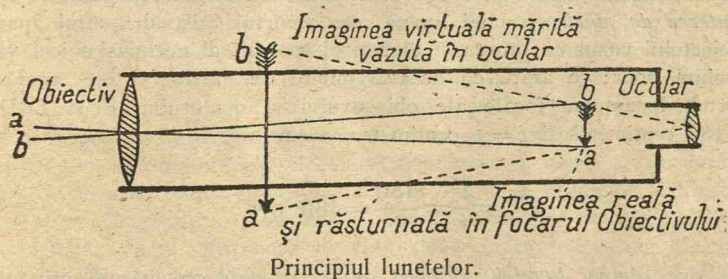
înălțimei polului și a distanței zenitale a steii, cu condiția ca declinația și distanța zenitală să le considerăm ca pozitive sau negative, după cum am convenit mai sus.

21. **Principalele instrumente astronomice. Lunete Telescoape.** Instrumentele întrebuințate în Astronomie sunt de două feluri, instru-



Observatorul astronomic din București.

mente pentru determinarea poziției astrelor și instrumente pentru studiul constituției fizice a astrelor. Instrumentele de poziție sunt teodo-



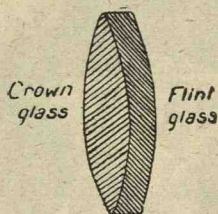
litul, luneta meridiană, cercul meridian și ecuatorialul. Toate aceste instrumente sunt înzestrate cu *lunete astronomice* ⁽¹⁾ și perfecționându-se

⁽¹⁾ Luneta se crede că a fost inventată de olandezii *Zarachias Janssen* și *Jaques Metzu*; dar sigur se știe că *Galileu* a inventat-o în 1609.

puterea de mărire a lunetei, ecuatorialul servește și pentru studiul fizic al planetelor, Lunei, Soarelui și astrelor. Acelaș studiu se poate face și cu *telescopul* ⁽¹⁾.

I. *Luneta astronomică* se compune esențial din două sisteme optice reunite cu un tub. Unul din sisteme, format dintr'o lentilă sau o combinație de lentile, este îndreptat către obiectul care se observă; acesta se zice obiectiv și servește a da în focarul său principal, o imagine reală și răsturnată a acestui obiect. Această imagine este apoi observată cu ajutorul celui de al doilea sistem optic, numit ocularul, la care se aplică ochiul sau placa fotografică. Imaginea finală este deci răsturnată în raport cu obiectul, ceea ce nu are inconveniente în astronomie, unde se observă corpuri sferice.

La o lunetă sunt mai multe condiții de îndeplinit. Mai întâi, obiectivul trebuie să fie acromatic, adică trebuie să dea



imagini care să nu fie irizate pe marginile lor, din cauza descompunerii luminei albe, ce ar rezulta din trecerea sa prin sticlele din care e format. Se ajunge la aceasta, constituind obiectivul prin suprapunerăa a două lentile formate din sticle cu puteri refringente diferite, una de sticlă ordinară (crown glass), biconvexă, cealaltă, care este concavconvexă, așezată îndărătul primei, este din cristal greu cu baza de plumb (flint

glass). Ocularul este compus din două lentile plan-convexe, dispuse a funcționa ca o lupă compusă, și se numește un ocular pozitiv; el este montat pe un tub care alunecă în tubul principal al lunetei, pentru ca astfel să permită punerea la punct pentru diferite vederi.

Se numește *diametrul aparent* al unui obiect, unghiul format de razele vizuale duse la cele două extremități ale obiectivului, la extremitățile unui diametru, de ex., pentru un cerc văzut din față. Pentru o astră de formă sferică, diametrul aparent este unghiul sub care se vede discul aparent al astrei; razele vizuale care dau acest unghi sunt atunci tangente la sferă.

Puterea de mărire a unei lunete este raportul între diametrul aparent al obiectului văzut cu luneta și diametrul aparent al aceluiași obiect văzut cu ochiul liber; se arată că această putere de mărire G este egală cu raportul distanțelor focale ale obiectivului și ocularului, F și f . Dacă $F = 480$ centimetri și $f = 1$ centimetru, avem

$$G = \frac{F}{f} = \frac{480}{1} = 480 \text{ ori.}$$

Se zice *câmpul lunetei* regiunea din sfera cerească văzută prin acest instrument. Acest câmp este în general apreciat în grade, minute și secunde. Cum ocularul este cu atât mai mic cu cât el mărește mai mult,

⁽¹⁾ Invenția telescopului se datorește probabil preoților jezuiți *Zucchi* și *Mersena* (către 1616).

căci atunci distanța sa focală se micșorează, se vede că acest câmp este cu atât mai mic cu cât luneta este mai puternică.

Câmpul fiind în general puțin întins în luneta astronomică, obiectele sunt greu de vizat; aceasta se ușurează cu ajutorul unei lunete mai mici și cu un câmp mai mare, numită *cercetător*, dispusă paralel cu luneta cea mare. Este deci ușor a aduce astra de observat în mijlocul câmpului lunetei, cercetător, și prin urmare de a o obține automatic în câmpul lunetei celei mari.

Această operație devine mai ușoară dacă se așează în diafragmă (deschiderea circulară a lunetei) un mic cerc numit *reticul*, pe care sunt întinse două fire subțiri, unul vertical, altul orizontal, trecând amândouă prin centru. Steaua adusă la încrucișarea firelor este neapărat în centrul câmpului lunetei. Pentru a afla mai exact trecerea unei stele la meridian, se adaptează la luneta meridiană un reticul cu mai multe fire verticale; se determină deci mai multe treceri și apoi se află media lor.

Există azi patru lunete ecuatoriale a căror deschidere întrece 80 centimetri, care au fost construite între 1880 și 1900: ele aparțin Observatoarelor din *Pulkovo* (Rusia), *Meudon* (Franța) și Observatoarelor americane *Lick* și *Yerkes*; ele au respectiv 81, 83, 91 și 101 centimetri de diametru.

II. *Telescoape*. În lunete, razele luminoase sunt culese de o lentilă acromatică dublă; imaginea focală este primită pe o placă fotografică sau privită cu o lupă. În telescoape, razele luminoase sunt primite de o oglindă concavă parabolică. Perioada modernă a marilor telescoape a fost deschisă către 1774 de W. *Herschel* (1738—1822) ⁽¹⁾, care el însuși a tăiat și lustruit o cantitate de oglinzi de bronz de orice deschidere, până la 1 m, 25 diametru; distanța lor focală era de zece ori sau douăsprezece ori diametrul lor. *Lord Rosse* (1800—1867) (Astronom englez) și *Lassell* (1789—1880) (Astronom englez) au construit deasemenea mari telescoape, în prima jumătate a secolului al 19-a; telescopul lui *Lord Rosse* a avut ca diametru 1 m. 80, care n'a fost întrecut decât de câțiva ani; cu el a descoperit nebuloasele spirale. Dar aceste instrumente deveneau incomode din cauza oglinzilor de bronz, grele și alterabile. În 1857, *Foucault* ⁽²⁾ prezentă la Academia de Științe din Paris prima sa oglindă de sticlă argintată; substituția sticlei în locul bronzului, făcea telescopul mai ușor, asigura un lustru mai fin; pătura de argint, așa de ușor de înlocuit când ea se păta sau ștergea, posedă o putere reflectoare mai mare ca aceea a bronzului.

De la această dată, telescopul a luat înaintea lunetelor astronomice, și *Martin*, *Common* și *Draper* au tăiat oglinzi de sticlă de mare valoare. Astăzi, sunt întrecute de cele două mari telescoape ale Observatorului din Muntele Wilson, lucrări datorite neîntrecutului Prof. *Ritchey*. Primul a fost terminat în 1907 are 1 m, 50 deschidere, suprafața sa este

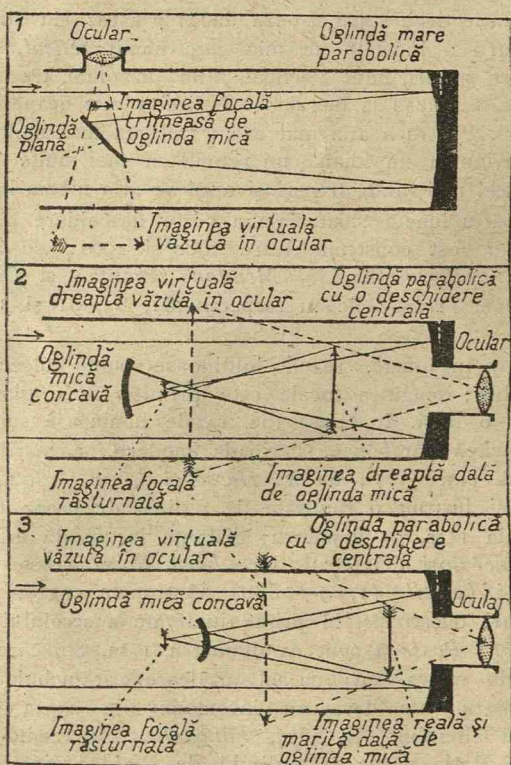
(1) Mare astronom englez, fondatorul Astronomiei fizice.

(2) Fizician Francez (1819—1868), celebru prin lucrările sale asupra luminei, pendulului și prin giroscopul său.



perfectă și discul de sticlă cântărește 1500 kilograme. Al doilea, a cărui oglindă cântărește 4500 kilograme, are 2 m. 50 diametru și 13 metri distanța focală. Cupola care adăpostește acest instrument de la 1917, este mai mare ca aceea a Panteonului din Paris. Discurile de sticlă necesare oglinzilor acestor telescoape, precum și pentru celelalte telescoape moderne, sunt opera industriei franceze.

Lista marilor telescoape s'a îmbogățit de curând cu un instrument



Principiul telescoapelor.

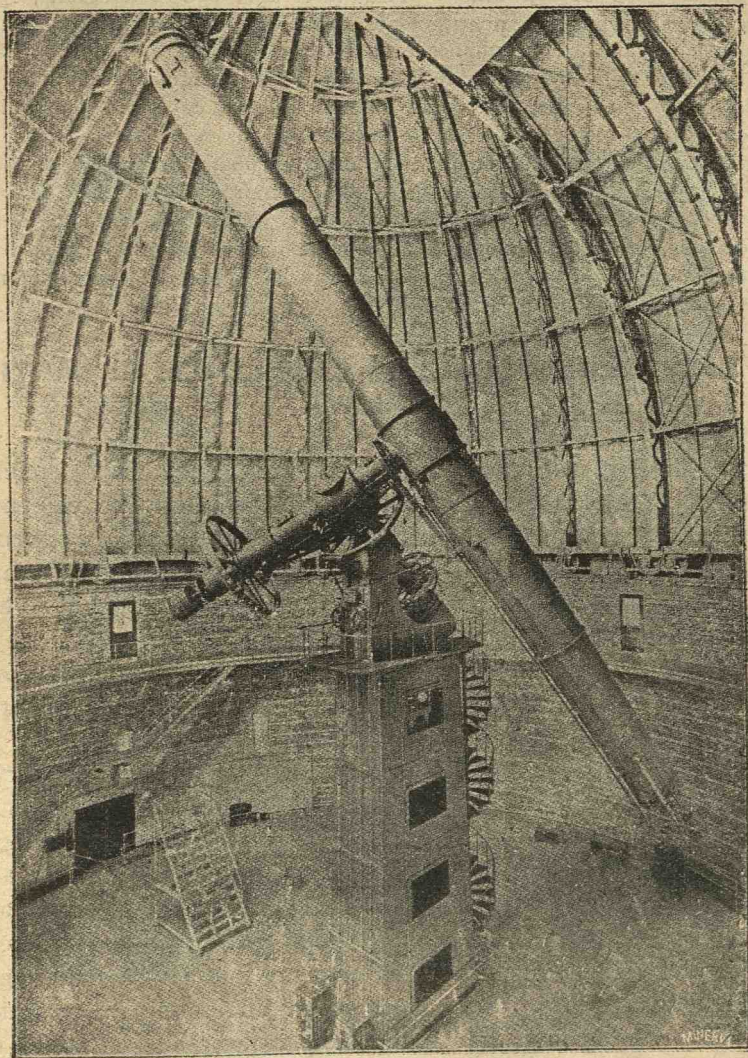
1. Telescopul lui Newton sau Foucault.

2. Telescopul lui Gregory. 3. Telescopul lui Cassegrain,

de 1 m. 80, instalat la Observatorul din Victoria (Canada); ultimul telescop al D-lui Richev rămâne deci neîntrecut ⁽¹⁾.

Printre marile telescoape, putem cita acela din Geneva (100 centimetri pentru diametrul oglinzei) și cel din Paris (122 centimetri).

⁽¹⁾ Este vorba ca Institutul tehnologic din California să construiască pentru Observatorul Astronomic al său, un telescop cu diametrul de 5 m., 08.



Marea lunetă a Observatorului Yerkes, Wisconsin (America), cu obiectivul de 101 centimetri și 18 m. 60 distanță focală, Instrumentul montat ca ecuatorial. are o înălțime ca a unei case cu 6 etaje și cântărește 75 tone.

Trebue observat că telescopul cu oglindă sau reflectorul, riguros acromatic, este superior lunetei sau refractorului, pentru fotografie, spectrografie și în general, pentru toate aplicațiile care cer convergența în acelaș punct ale razelor luminoase de toate culorile, pornite de la o stea.

III. *Fotografie cerească.* În loc de a primi imaginea reală dată de obiectiv pe un ecran, se poate înlocui aceasta cu placa fotografică. Dacă aparatul este animat de o mișcare ca aceea a sferei cerești, se obțin imagini clare ale stelelor, și cum se poate prelungi timpul de poză, urmează că putem descoperi cu acest procedeu mărimi de stele invizibile cu instrumente de aceeaș putere, căci clișeele obținute se pot studia micrometric. Trebuie însă construite obiective diferite de acelea ale lunetelor ordinare și acromatizate pentru razele chimice, la care sunt mai ales sensibile emulsiunile fotografice cu săruri de argint.

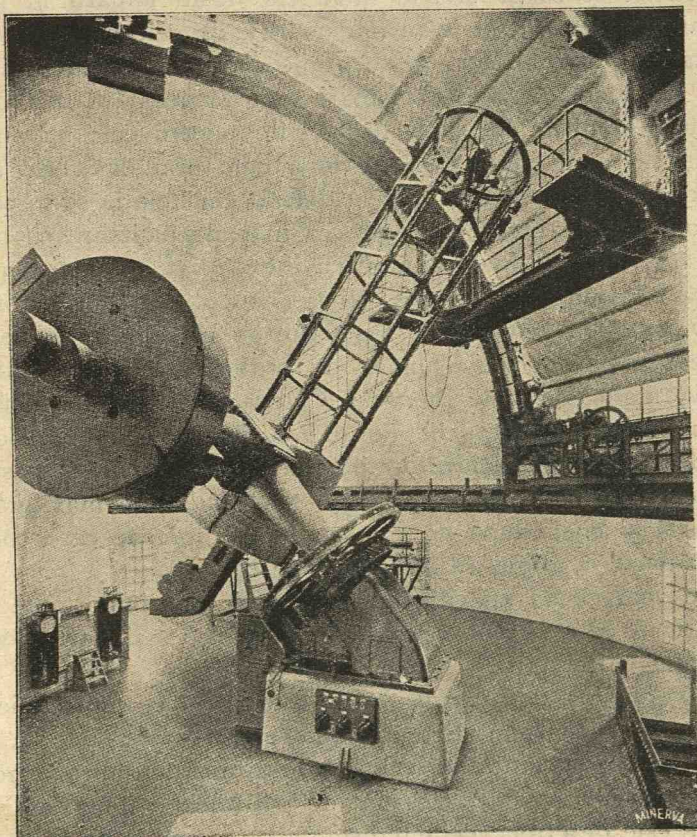
DESCRIEREA CERULUI. CATALOAGE ȘI HĂRȚI CEREȘTI.

22. **Clasificarea stelelor.** Strălucirea neegală a stelelor a făcut ca ele să fie clasificate, încă din timpurile cele mai vechi, după gradul lor de strălucire. Așa au procedat cei vechi (Hiparch, Ptolomeu), care au împărțit stelele în șase clase, în clasa șaptea fiind ultimele stele văzute cu ochii liberi. Invenția lunetelor și perfecționarea lor, care au permis să se vază stele din ce în ce mai slabe, a făcut să se ajungă până la mărimea 17-a, iar cu puternice telescoape, ajutate de aparate fotografice, se înregistrează până la mărimea 21.

Când vom vorbi de *mărimea sau magnitudinea unei stele*, vom înțelege *gradul ei de strălucire*. Mărimea unei stele se fixează printr'un număr, care este cu atât mai *ridicat* cu cât steaua este mai puțin strălucitoare. Determinarea numerică a mărimilor se bazează pe următoarea lege: Când se trece de la o clasă de mărime la următoarea (de ex., de la 1-a la a 2-a, etc.), raportul strălucirilor luminoase este un număr constant, egal aproximativ cu 2,5. Astfel, strălucirea unei stele de mărimea 1-a este de 2,5 ori mai mare ca strălucirea unei stele de mărimea 2-a; aceasta de 2,5 ori mai strălucitoare ca o stea de mărimea 3-a; etc. Pentru stele a căror mărime este cuprinsă, de ex., între a 2-a și 3-a, mărimile lor pot fi reprezentate cu numerele 2,1; 2,2; . . . 2,9. Steaua *Aldebaran* din constelația *Taurul* a fost aleasă ca stea de mărimea 1. Stelele mai strălucitoare ca Aldebaran vor avea atunci mărimile reprezentate cu numere

negative. Astfel, steaua cea mai strălucitoare de pe cer *Sirius*, este de mărimea $-1,58$, *Canopus* $-0,86$, *Vega* $0,14$.

Cu ochii liberi se pot vedea pe cer, atât pe cerul boreal cât și pe cel austral, 8453 stele, repartizate astfel: 1-a mărime



Telescopul de 1 m. 82 diametru al Observatorului Dominion Victoria (Canada).

și cele mai strălucitoare 20 stele, 2-a mărime 56 stele, 3-a mărime 174 stele, 4-a mărime 570 stele, 5-a mărime 1834 stele, 6-a mărime 5799 stele. De mărimi mai mici ca întâia mărime sunt 9 stele pe cerul boreal și 11 pe cel austral. Cum noi vedem numai jumătate din sfera cerească, numărul

stelelor vizibile cu ochii liberi pe un cer senin, abia atinge 3000 de stele.

Cu instrumente puternice, numărul stelelor devine foarte mare și întrece 100 de milioane.

23. **Constelații.** Observatorii, din timpurile cele mai vechi, ca să deosebească stelele între ele, le-au împărțit în grupe numite *constelații*, și le-au dat numiri, de cele mai multe ori, fantastice, asemănând aceste grupe cu eroi, obiecte, animale, etc. Cu toate că aceste grupări sunt făcute fără nici o metodă și numirile lor sunt nepotrivite pentru cele mai multe, totuși ele s'au păstrat și azi după cum erau la greci, adăugându-se și alte grupe. Stelele dintr'o constelație se înseamnă de obicei prin litere grecești, cea mai strălucitoare cu prima literă α , a doua în strălucire cu litera β , și așa mai departe. Dacă nu ajung literile grecești, se notează cu literile romane $a, b, c, d, \dots$ etc. Dacă toate literile nu ajung, se notează stelele rămase cu un număr de ordine însoțit de inițialele unui Catalog de stele cunoscut. Câteva stele mai strălucitoare au numirile lor proprii; de ex., Sirius, Vega, Procion...

Aflarea constelațiilor pe cer. Ca să putem găsi diferitele constelații pe cer, trebuie să le studiem mai întâi pe o hartă și apoi, după ce vom ști bine alinierea care conduc de la unele la altele, să le căutăm pe cer.

Ne vom ocupa cu câteva dintre cele mai importante constelațiuni, care se pot vedea la noi (Fig. 11 și harta de la sfârșitul cărții).

Ursa mare, sau *Carul mare* este prima constelație ce trebuie să cunoaștem. Ea se compune din șapte stele $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \zeta, \eta$ (Fig. 11), care rămân totdeauna deasupra orizontului regiunilor noastre; ele sunt de mărimea a doua, afară de δ , care este de a treia. Vedem distanța $\alpha\eta$, sub un unghi de 25° , iar distanța $\alpha\beta$, sub un unghi de 5° aproape. Patru din aceste stele, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, formează un trapez (roatele carului, sau corpul ursoaicei), celelalte trei formează o linie frântă (oiștea carului sau coada ursoaicei). Foarte aproape de steaua a doua dela coadă (ζ) se află o stea mică de mărimea a șasea, numită *Alcor*, de care Arabii se serveau ca să cunoască tăria vederii.

Prelungind linia $\beta\alpha$, a roatelor din urmă ale Carului mare

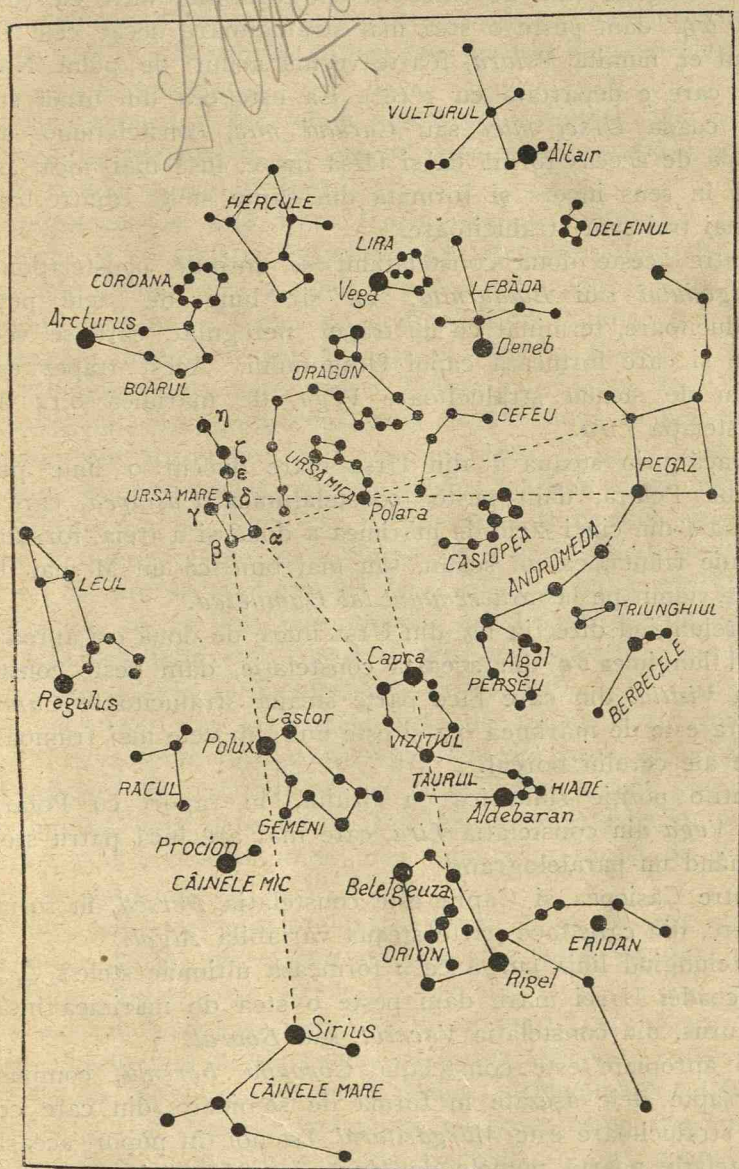


Fig. 11.

de o lungime cam de cinci ori cât distanța dintre ele (cam cât $\alpha\eta$, dăm peste o stea mai strălucitoare decât cele din jurul ei, numită *Polara*, foarte vecină acum de polul Nord (de care e depărtată cu $1^{\circ}18'$). Ea este cea din urmă stea din coada *Ursei mici* sau *Carului mic*, constelațiune sau grupă de aceeaș formă ca și *Ursa mare*, însă mai mică, așezată în sens invers și formată din șapte stele, dintre care numai trei sunt strălucitoare.

Între aceste două constelațiuni se întinde constelațiunea *Dragonului* sau *Balaurului*, un șir lung de stele puțin strălucitoare, terminat cu un trapez neregulat, care se vede bine și care formează capul Dragonului. Acest trapez este vecin de steaua strălucitoare *Vega*, de mărimea 0,14 din constelația *Lira*.

Dacă prin steaua δ din *Ursa mare* ducem o linie prin steaua *Polară*, dăm peste constelațiunea *Casiopea*, care e formată din cinci stele de mărimea a doua și a treia, formând o linie frântă, ca un scaun, sau mai bine ca un M mai deschis, numit pe la țară *scaunul lui Dumnezeu*.

Prelungind direcția $\delta\alpha$ din *Ursa mare* de două ori aproape când lungimea $\delta\eta$ din această constelație, dăm peste constelația *Vizitiul* din care face parte steaua strălucitoare *Capra*. *Capra* este de mărimea 0,2 și este una din cele mai frumoase stele ale cerului boreal.

Intr'o poziție simetrică cu *Vizitiul*, în raport cu *Polara*, este *Vega* din constelația *Lira*, care mai are încă patru stele formând un paralelogram.

Între *Casiopea* și *Capra* este constelația *Perseu*, în formă de arc, din care face parte steaua variabilă *Algol*.

Prelungind linia curbă ce o formează ultimele stele ϵ , ζ , η , ale coadei *Ursei mari*, dăm peste o stea de mărimea întâi, *Arcturus*, din constelația *Văcarul*, sau *Boarul*.

În apropiere este constelația *Coroana boreală*, compusă din șapte stele așezate în formă de semicerc, din care cea mai strălucitoare este *Mărgăritarul*. La noi, în popor, această constelație poartă numele de *Horă*, iar *Mărgăritarul* se numește *Fata mare din horă*.

Afară de *Lira* și *Văcarul*, toate constelațiile descrise se văd tot timpul deasupra orizonturilor locurilor noastre, și n'au nici răsărit nici apus. Vom descrie acum câteva din con-

stelațiile ecuatoriale, ce se văd în apropierea ecuatorului și *constelațiile zodiacale*, ce se văd în apropierea planului eclipticei, în care se află orbita (curba) ce o descrie Pământul într'un an în jurul Soarelui.

Luând simetrica Polarei în raport cu Casiopea, dăm peste constelația *Andromeda*. În această constelație, se află o nebuloasă vizibilă cu ochiul liber.

Andromeda se află între Perseu, pe care știm s'o recunoaștem, și constelația *Pegazului*, un patrulater mare format din stele de mărimea a doua și a treia. Pegazul se află prelungind linia $\beta\alpha$ a Ursei mari, dincolo de Polara, cu o lungime cam îndoită de cât distanța ei până la Polara.

Prelungind linia care unește Polara cu Capra, de o lungime egală, dăm peste constelația *Orion* (după numele unui vânător din Mitologie). E un mare trapez, în care două din stelele care-l formează sunt de prima mărime și se numesc *Betelgeuza* (α) și *Rigel* (β). În interiorul trapezului sunt trei stele în linie dreaptă, care formează *Brâul* (cingătoarea) lui Orion și care se mai numesc *cei Trei Regi*; alte trei stele mai slabe, tot în linie dreaptă, dar așezate în direcție oblică pe linia celorlalte trei, formează *tesacul lui Orion*. Ecuatorul ceresc trece prin mijlocul acestei constelații.

Linia celor trei regi prelungită, dă în sus spre dreapta peste *Aldebaran* din constelația *Taurul*, apoi peste roiul *Pleiadelor* sau *Cloșca cu pui*. Pleiadele se mai pot găsi prelungind linia care unește Betelgeuza cu Aldebaran. Aldebaran este la extremitatea unei ramuri în formă de V din grupul *Hiadelor*.

Linia celor trei regi prelungită către est în jos spre stânga dă peste *Sirius*, din constelația *Căinele mare*, cea mai strălucitoare dintre toate stelele.

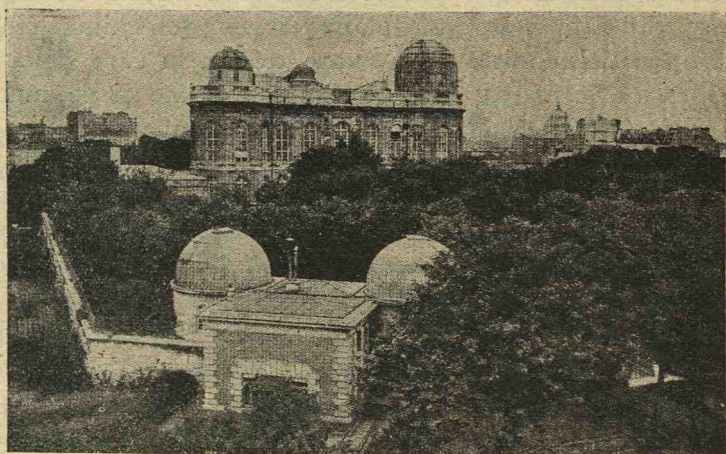
Diagonala patrulaterului $\delta\beta$ a Ursei mari, care trece prin oiștie, prelungită în sens opus cu oiștea, dă peste constelația *Gemenilor*, din care fac parte stelele strălucitoare *Castor* și *Pollux*, și mai departe prelungită, dă peste Sirius din constelația *Căinele mare*. Constelația Gemenii se mai poate afla, prelungind ramura lui V din Hiade la capătul căreia este Aldebaran, de la vârful lui V către Aldebaran. Între Gemenii și Sirius se află constelația *Căinele mic* cu steaua sa de prima mărime *Procion*.

Linia $\alpha\beta$, a roatelor din urmă a Carului mare prelungită în partea opusă cu Polara, dă peste constelația *Leului*, din care face parte o stea de prima mărime, *Regulus*.

Dacă prelungim arcul format de cele trei stele de la oiștea Carului mare, dăm peste *Arcturus* din *Văcarul*, și mai departe, tot în prelungirea acestui arc, peste o stea de prima mărime *Spicul* din constelația *Fecioarei* sau *Virginei*.

Dacă prin steaua Polară luăm o direcție perpendiculară pe $\alpha\beta$, care trece prin roatele din urmă ale Carului mare, dăm de constelația lui *Hercule*.

Aproape de Lira se află *Deneb* din constelația *Lebăda*, simetrica constelații *Gemenilor* în raport cu polul. Mergând



Observatorul din Paris.

spre sud est, dăm peste constelația *Vulturul* cu steaua de prima mărime *Altair*.

Stelele cele mai strălucitoare, de mărimea întâi sau inferioare acestei mărimi, sunt, în emisferul boreal (vizibile în locurile noastre): *Arcturus* (*Văcarul*), *Capra* (*Vizitiul*), *Vega* (*Lira*), *Procion* (*Câinele mic*), *Betelgeuza* (*Orion*), *Aldebaran* (*Taurul*), *Altair* (*Acvila*), *Regulus* (*Leul*), *Pollux* (*Gemenii*); iar în emisferul austral: *Sirius* (*Câinele mare*), *Canopus* (*Argo*), α , *Centaur*, *Rigel* (*Orion*), *Achernar* (*Eridan*), β *Centaur*, α *Crucea de sud*, *Antares* (*Scorpionul*), *Spicul* (*Fecioara*), *Fomalhaut* (*Peștele austral*), β *Crucea de sud*.

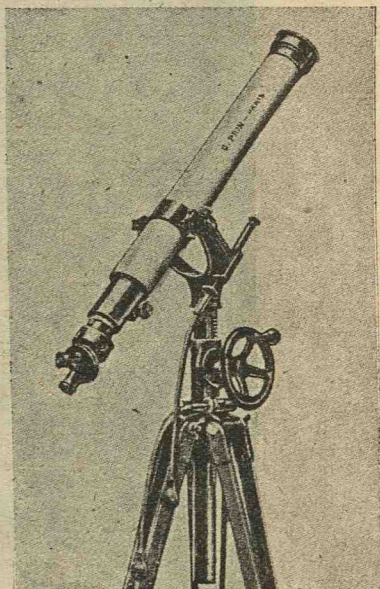
✓
24. **Calea Lactee** ⁽¹⁾. În nopțile senine, când lumina Lunei nu e așa de mare, se vede pe cer o fâșie luminoasă, alburie, cam neregulată, care trece prin apropiere de pol și împarte cerul aproape în două părți egale. Această bandă se numește *Calea Lactee*.

Dacă o examinăm cu lunete puternice, vedem că este formată din o mulțime de stele foarte mici, care fiind foarte grămadite pe un spațiu restrâns, dau aparența unei lumi alburii. Ea trece prin constelația *Casiopea* și apoi se bifurcă în două ramuri dintre care una trece prin constelația *Vulturul*, iar alta pe lângă *Lira*. La bifurcarea Căii Lactee se află constelația *Lebedei*, care popular la noi se mai numește *Crucea* sau *Cobilița*.

În loc de a aranja stelele după mărimea lor, se poate studia, distribuția stelelor pe cer, regiune pe regiune, și acest mod de clasare a dat rezultate interesante. În adevăr cu ajutorul puternicelor instrumente, s'a dovedit că stelele ce se văd, constituie un

sistem a cărei parte centrală o ocupă Calea Lactee. Aceasta ar forma ca un plan de simetrie în distribuția stelelor, numărul lor mărindu-se pe măsură ce ne apropiem de Calea Lactee. Soarele, simplă unitate a acestui vast sistem, nu este prea depărtat de centrul său.

25. **Cataloage de stele. Globuri și hărți cerești.** Stelele, cum am văzut, formează pe sfera cerească figuri invariabile; s'a pus însă întrebarea dacă aceste figuri au avut aceleași forme și în trecut, dacă formele lor nu se vor schimba, dacă strălucirea și culoarea stelelor rămân aceleași.

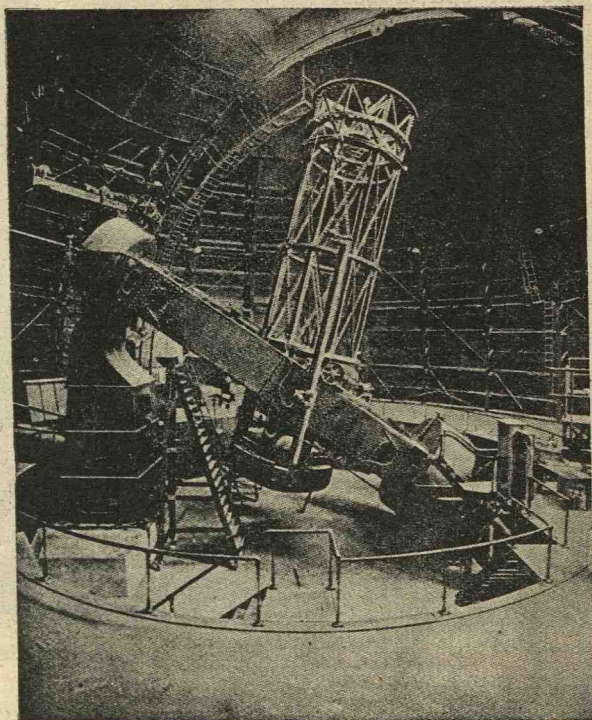


Lunetă astronomică de amator.

(1) Care se mai zice și *Galaxia*.

Atunci s'a născut ideia de a se înregistra toate stelele, de a forma cataloage în care să se dea pozițiile lor prin coordonate, arătându-se și particularitățile ce le-ar putea prezenta unele din ele. Primul catalog a fost făcut de *Hiparch* (130 a. Chr.), care a fost îndemnat la această lucrare de apariția unei stele noi.

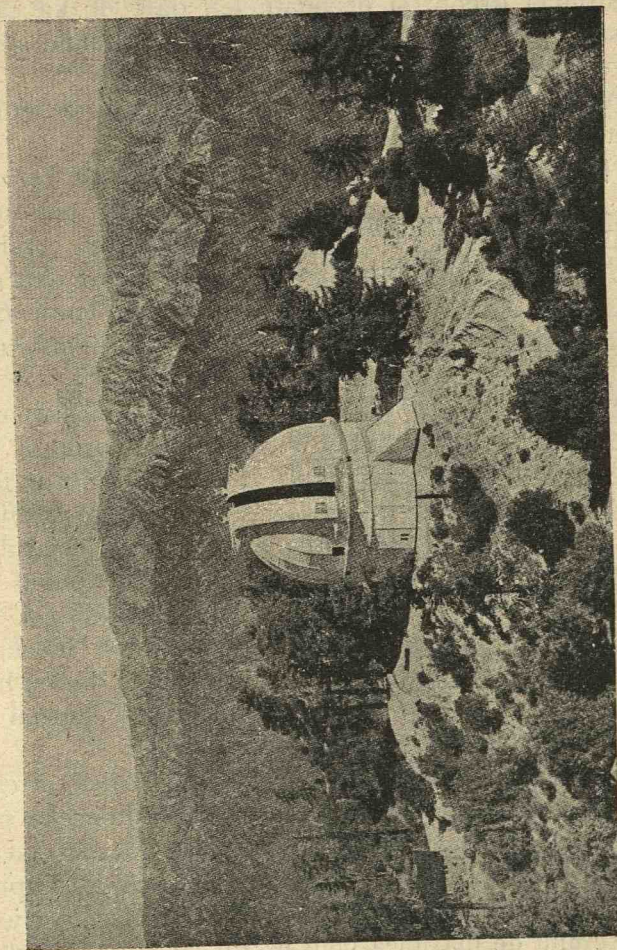
Mai târziu, apreciindu-se cât de mare importanță pot avea



Observatorul *Muntele Wilson* (California).
Telescop cu diametrul 2,5 metri.

cataloagele de stele pentru cercetarea pozițiunii și mișcării lor, s'au construit cataloage din ce în ce mai complete, de diferiți astronomi, dintre care vom menționa pe *Ticho-Brache* (1546—1601) (astronom danez), *Flamsteed* (1646—1719), primul director al Observatorului din Greenwich (lângă Londra), care a catalogat 3310 stele, de asemenea și hărți cerești, pe care s'a regăsit mai târziu planeta Uran, descoperită de *Herschel*; *Halley* (1656—1742), al doilea director al Observato-

ului din Greenwich, a făcut un catalog de stele australe; *Bradley* (1692—1762) (astronom englez) urmașul lui Halley; *Lacaille* (1713—1796); *Lalande* (1732—1807), care, în plină revoluție, a alcătuit, la Observatorul Școalei militare din Paris un catalog de 47390 stele; *Argelander* (1799—1875), fost



Marea Cupolă a Observatorului *Mount Wilson* Pasadena (California) cu diametrul de 20 metri.

director al Observatorului din Bonn, care a catalogat 324198 stele și a executat și 40 de hărți unde figurează toate aceste stele.

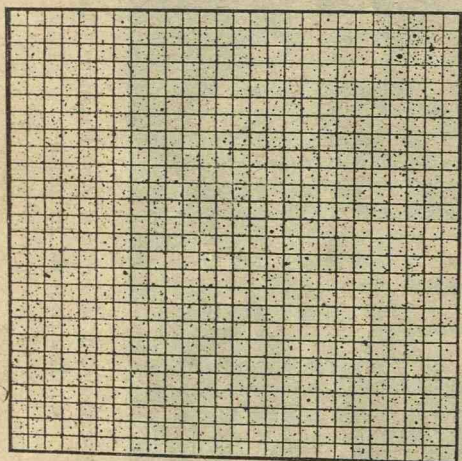
Cataloagele de stele, pe lângă însemnatele servicii ce aduc cercetărilor astronomice, au și întrebuințări practice foarte utile în navigație și în geodezie, pentru a se determina po-

ziția observatorului pe suprafața Pământului sau a mării, după cum vom vedea mai departe.

Dacă luăm o sferă și tragem pe ea un cerc mare care să reprezinte ecuatorul ceresc și prin cei doi poli alte cercuri mari care să reprezinte cercurile orare, vom putea, cu ajutorul ascensiunii drepte și declinațiunii, date de un catalog de stele, să reprezentăm pe această sferă pozițiunile stelelor. Un astfel de glob se zice *glob ceresc*.

Tot astfel putem construi *hărți cerești*, pe care să reprezentăm o parte, sau chiar toată sfera cerească.

26. **Hărți fotografice.** În timpul din urmă s'a recurs la



fotografie pentru reprezentarea cerului. Ideea a fost dată către 1885 de frații *Henry* dela Observatorul din Paris.

Dacă dispunem de un ecuatorial a cărei lunetă, printr'un mecanism de ceasornic, se învârtă în jurul axei lumii în timpul unei zile siderale, și dacă îndreptând luneta către o stea, lăsăm liberă mișcarea lunetei, în-

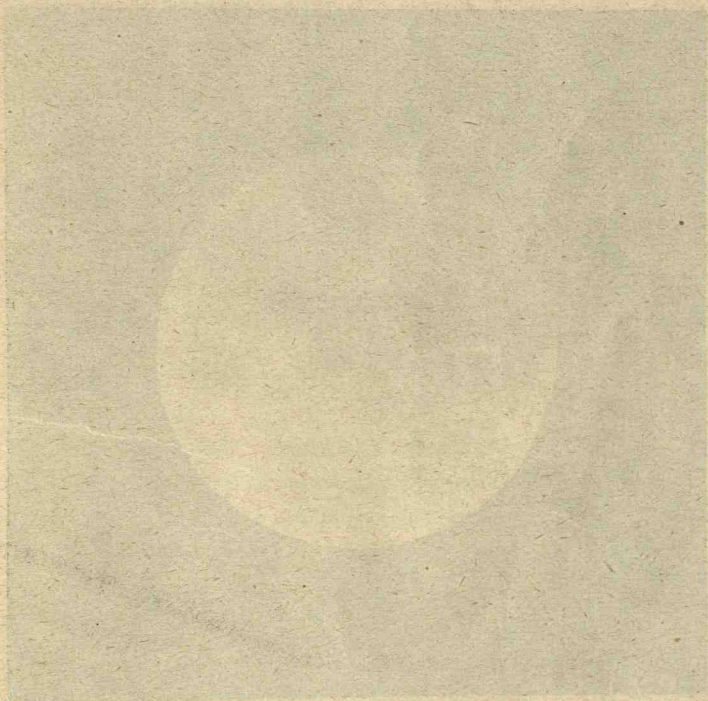
O porțiune din Harta fotografică a cerului.

strumentul va urmări neconținut steaua.

Dacă în centrul lunetei așezăm o placă fotografică, razele de lumină, venite dela stea, vor isbi placa sensibilă în acelaș punct în tot timpul cât placa va sta în aparat, așa că vom avea pe placă imaginea unei porțiuni din sfera cerească cât cuprinde câmpul lunetei. Astfel, sa hotărât a se fixa pe fiecare clișeu o imagine a cerului de mărimea unui pătrat cu latura de 2^0 amplitudine.

Procedându-se în modul acesta, s'a început în 1889, după inițiativa Franței, harta fotografică a cerului, la care au lucrat Observatoarele cele mai însemnate din lume. Avem deci reprezentarea perfectă a bolței cerești sub două forme: Catalog de stele până la mărimea 14 și Atlas fotografic conținând

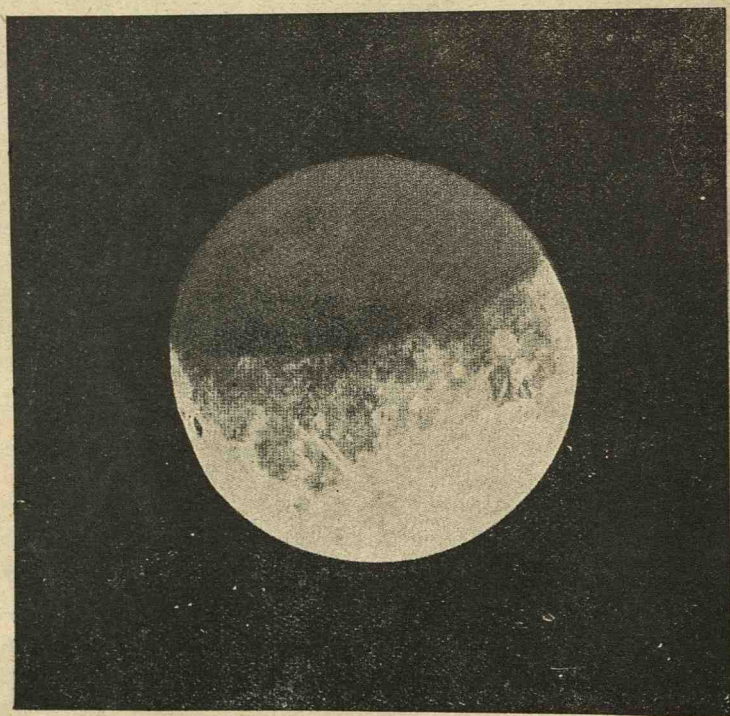
stele până la mărimea 18, în total mai mult de zece milioane de puncte stelare riguros determinate. Fiecare clișeu are de altfel trase o rețea de linii orientate după o serie de arce de cerc analoage cu meridianele și paralelele pământești, și care permit a măsura ușor diferențele de ascensiune dreaptă și declinație ale stelelor acestui clișeu. Această hartă, prin preciziunea cu care sunt reprezentate pozițiunile stelelor și prin numărul mare al lor, este menită să aducă mari servicii Astronomiei.



PĂMÂNTUL.

FORMA PĂMÂNTULUI.

27. **Probe de rotundimea Pământului.** Ca dovadă că Pământul este izolat în spațiu este fenomenul răsăririi și apunerii astrelor în toate punctele orizontale. Apoi sunt călă-



Umbra pe care pământul o aruncă pe Lună în timpul eclipselor are contur circular.

toriile în jurul Pământului, dintre care cea dintâi a fost a lui Magelan (1519), care au dovedit în deajuns izolarea Pământului în spațiu.

Pământul are o formă aproape sferică. Probe de rotundimea Pământului sunt următoarele: 1) Dacă privim de pe malul mării o corabie care se depărtează, observăm, că, după câțva timp, începe să nu se mai vadă corpul corăbiei, apoi pânzele și în fine vârful corăbiei. Aceasta dovedește că suprafața mării este curbă, căci dacă ar fi plană, fenomenul s'ar petrece astfel: corabia s'ar vedea din ce în ce mai mică, dar s'ar vedea toată, și tocmai părțile mai mici și mai subțiri ar dispărea mai întâi, adică catartul nu s'ar mai vedea întâi și apoi corpul corăbiei.

2) Dacă suntem pe mare sau pe o câmpie întinsă, fără dealuri și văi, și dacă dela o înălțime privim suprafața Pământului de jur împrejurul nostru, marginea vederei, care se numește *orizontul aparent*, are forma circulară; dacă privim

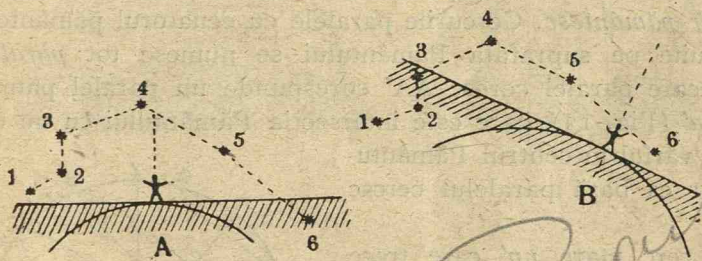


Fig. 12.

dintr'un punct mai înalt, suprafața văzută va fi mai mare, însă tot circulară. Pentru că acest fenomen se observă în orice loc după Pământ, urmează că suprafața Pământului este sferică, căci numai sfera se poate vedea din toate părțile sub formă circulară.

3) Rotundimea Pământului se vede și din faptul că aspectul cerului este diferit, în acelaș moment, în două locuri diferite, cum se vede din figura 12. Planul orizontului, care mărginește câmpul de vedere, este diferit în punctele A și B ale Pământului și, în acelaș moment, stelele 1, 2, 3 vizibile în A, nu se mai văd în B, iar steaua 6 nevăzută în A, este vizibilă în B.

4) În timpul eclipselor de Lună, întunecimea ce se face pe Lună este, cum vom vedea mai departe, umbra Pământului; iar marginea acestei umbre este rotundă.

28. **Axă și poli pământești. Ecuator și paraleli. Schimbarea aspectului cerului cu poziția observatorului.** Am considerat dela început că Pământul se află în centrul sferei cerești. Axa lumii PP' a sferei cerești trece deci prin centrul Pământului, adică este un diametru al lui; punctele p, p' , unde ea atinge suprafața se numesc poli Pământului, cel din spre polul boreal, se numește pol boreal, sau *polul nord*, celalt, austral, sau *polul sud* (Fig. 13).

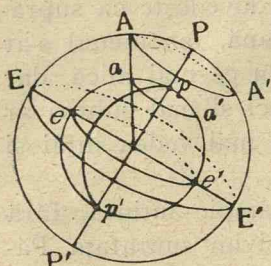


Fig. 13.

Centrul Pământului fiind presupus în centrul sferei cerești, planul ecuatorului ceresc EE' taie suprafața Pământului după un cerc mare ee' care se numește *ecuator pământesc*. Cercurile paralele cu ecuatorul pământesc, închipuite pe suprafața Pământului se numesc tot *paraleli*. La fiecare paralel ceresc AA' corespunde un paralel pământesc aa' (Fig. 13), care este intersecția Pământului cu un con având vârful în centrul Pământului, iar ca bază paralelul ceresc AA' .

Un cerc mare pp' care trece prin axa pp' a Pământului se numește *meridian*.

Prin orice punct al suprafeței Pământului, ne putem închipui că trece un meridian și un paralel.

Să considerăm acum un observator pe Pământ (Fig. 14)

între ecuator și polul nord; verticala locului va fi TZ ; orizontul lui putem să-l presupunem că trece prin centrul Pământului (de oarece am spus că Pământul e foarte mic față de sfera cerească), și fie HH' acest orizont. Dacă presupunem mai multe stele, care în timpul mișcării diurne ar descrie diferite paralele, AA', BB' și $CC' DD', FF'$, toate stelele A a căror depărtare PA' de polul P va fi mai mică decât PH' (înălțimea polului deasupra orizontului), vor fi circumpolare, căci rămânând în tot timpul mișcării lor deasupra orizontului, se vor vedea *mereu*. Alte stele vor descrie paralele ca $BB', CC', DD',$ care

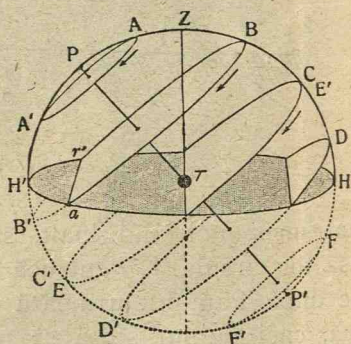


Fig. 14.

servatorului. Aceste aparențe le-am observat, presupunând că Pământul este fix și sfera cerească se învârteste în sens retrograd în jurul Pământului.

Aparențele sunt aceleași, dacă presupunem Pământul învârtindu-se în jurul lui, în sens direct, de la vest la est, și cerul fix. În adevăr, observatorul fiind în A, vede cum steaua apare în S la orizont, la răsărit, la stânga sa. Observatorul venind din A în A', va vedea steaua ridicându-se și în fine, ajungând în A'', vede steaua S apunând, spre vest, la dreapta sa.

30. **Probe experimentale.** Rotația Pământului în jurul său

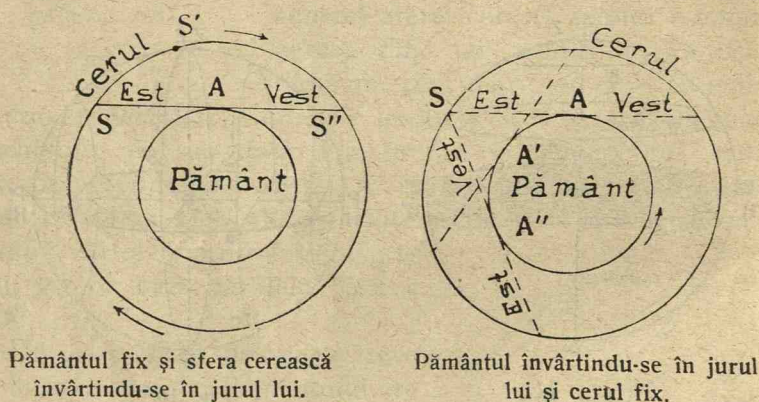


Fig. 17.

s'a dovedit prin experiențe, dintre care cele mai însemnate sunt următoarele.

Existența forței centrifuge. Se știe că, legând un corp greu A (Fig. 18) la capătul unei coarde (sfori) pe care o ținem de celalt capăt cu mâna, și învârtind repede această greutate, mâna simte o acțiune care ține coarda întinsă. Această acțiune este forța centrifugă ⁽¹⁾, care depărtează corpurile într-o direcție perpendiculară pe axa în jurul căreia s'a făcut rotația (învărtirea).

În cazul Pământului, care se învârteste în jurul său, forța centrifugă care acționează asupra unui element A (Fig. 19), fi deci o forță f_1 perpendiculară pe linia polilor PP' și

Descoperită de Huygens, născut la Haga în 1629. Legea căderii corpu-
a fost găsită de Galileu (1564—1642).

situată în meridianul locului A; mărimea sa se știe că este invers proporțională cu distanța $AB=r$ a punctului A la axă și direct proporțională cu pătratul vitezei de rotație în jurul axei.

Greutatea în A este rezultanta forței centrifuge f_1 și a a-

Forța centrifugă

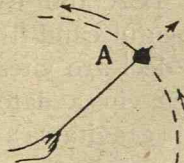


Fig. 18.

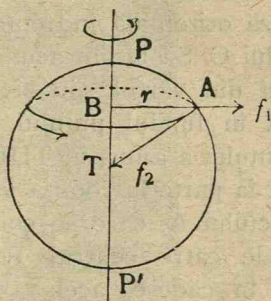


Fig. 19.

tracțiunii f_2 ce o exercită Pământul asupra elementului (și totul se petrece, pentru atracție, ca și cum întreaga masă a globului pământesc ar fi concentrată în centrul său). Cum locurile de la poli se învârtesc mai încet de cât cele de la ecuatorul Pământului, urmează că forța centrifugă crește de la pol către

ecuator și este cea mai mare la ecuator. Deci, greutatea unui corp variază când se deplasează de la pol la ecuator și anume este mai mică la ecuator, unde forța centrifugă și atracția sunt direct opuse. Greutatea este mai mică la ecuator și din cauza turtirii Pământului la poli, dar acest efect este destul de mic față de cel datorit forței centrifuge. Dacă Pământul s'ar învârti de 17 ori

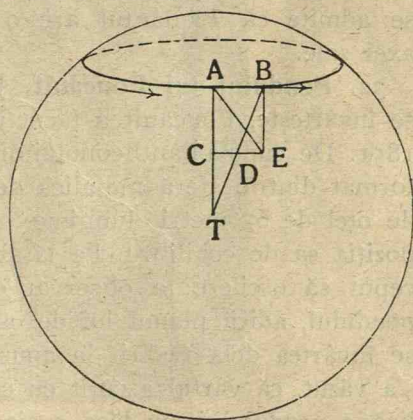


Fig. 20.

mai iute, forța centrifugă la ecuator ar contrabalansa exact atracția Pământului, iar corpurile în astfel de locuri n'ar mai avea greutate. Dar aceasta nu se poate întâmpla, de oarece viteza de rotație a Pământului nu are nici o tendință de creștere.

Aceste fenomene, care se observă pe suprafața Pământului, sunt deci o probă a existenței forței centrifuge, și deci a rotației Pământului în jurul său în sens direct.

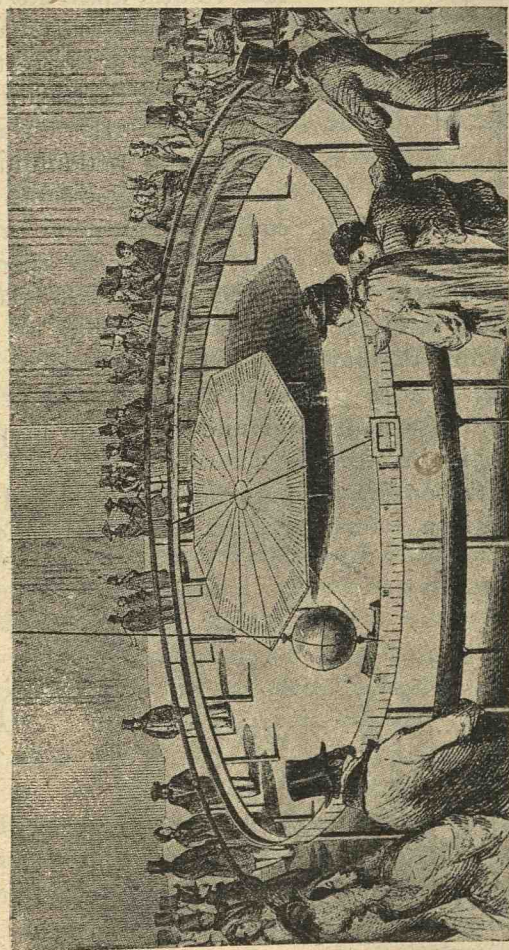
31. **Deviația spre răsărit a unei greutăți în cădere liberă.** Să ne închipuim un puț (o fântână, o mină) AC (Fig. 20) foarte adânc. Vârful A al puțului fiind mai depărtat de axa de rotație ca fundul C situat în interiorul Pământului, va avea o viteză orizontală îndreptată către est, mai mare ca aceea a fundului C. Să lăsăm acum să cadă un corp greu în interiorul puțului din vârful său și fie că în momentul când a ajuns corpul în fundul puțului, verticala TCA din cauza rotației Pământului a ajuns în TDB. În momentul când îl lăsăm liber, corpul ia parte la rotația vârfului A, deci are viteza orizontală a punctului A, care se combină și cu viteza datorită căderii verticale către centrul Pământului (gravitatea). Deci, parcurge în cădere, acelaș drum către răsărit ca și orificiul puțului ($CE=AB$), drum mai mare ca CD cel cu care s'a deplasat fundul C. Corpul lăsat liber, va trebui deci să cadă în E spre răsărit de piciorul D al verticalei TDB corespunzătoare punctului C de plecare. Această experiență s'a făcut în minele de la Freiberg la 1831, lăsând să cadă o greutate de la o înălțime de 1585 metri și s'a constatat o deviație spre răsărit de 28 milimetri, care nu se poate explica de cât dacă se admite că Pământul are o mișcare de rotație în jurul axei sale.

32. **Pendulul lui Foucault.** Pentru a proba că Pământul se învâртеște, Foucault a făcut următoarea experiență în anul 1851. De cupola Pantheonului din Paris a atârnat un pendul, format dintr'o sferă metalică de 18 kg., la capătul unui fir de oțel de 67 metri lungime. A depărtat acest pendul din poziția sa de echilibru, l'a lăsat apoi liber, și pendulul a început să oscileze; a observat că planul în care se mișca pendulul, adică planul lui de oscilație, nu rămânea acelaș, ci se învârtea dela răsărit la apus, în mod uniform. În adevăr, s'a văzut, că vârful ascuțit cu care era prevăzută sfera metalică a pendulului, nu lăsa aceiaș dungă pe nisipul ce se așezase pe o anumită întindere, ci dungile se schimbau învârtindu-se dela răsărit la apus (în sens retrograd).

Ar urma, din această experiență, că, sau Pământul a rămas nemișcat și planul de oscilație al pendulului are o mișcare

dela răsărit la apus, sau că planul de oscilație a rămas ne-schimbat iar Pământul are o mișcare de rotație dela apus la răsărit, în sens direct, o rotație de sens opus ca cea observată pe nisip.

S'a dovedit însă că planul de oscilație al pendulului nu se



Experiența pendulului lui Foucault, la Panthéon (Paris), în 1851
(Reproducerea unei gravuri din l'illustration din acel an).

L. Căstănuș
vii

schimbă, și deci rezultă că *Pământul are o mișcare de rotație dela apus la răsărit, în sens direct.*

Să presupunem o asemenea experiență la polul nord (Fig. 21). Observatorul va vedea planul de oscilație al pendulului deplasându-se dela răsărit la apus și timpul în care acest plan

face o rotație completă este 24 ore siderale. La polul sud, fenomenul este analog, dar sensul de rotație al pendulului va fi

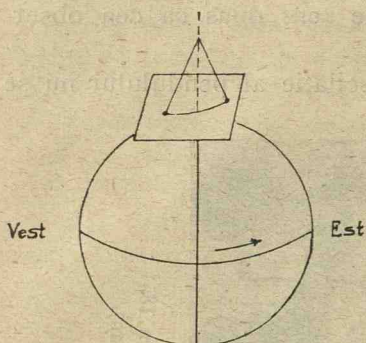


Fig. 21.

opus. La o egală depărtare de poli, la ecuator, planul de oscilație va părea imobil. În locurile noastre, planul de oscilație face rotația aparentă completă într'un timp mai mare ca 24 ore și care se mărește pe măsură ce ne depărtăm de polul nord. La Paris, durata rotației aparente a pendulului este de 32 ore și experiența lui Foucault la Panthéon, a fost din nou refăcută în 1900.

33. **Vânturile alizee.** În regiunile ecuatoriale, păturile de aer, în contact cu solul, se încălzesc, se dilată, se ridică și le iau locul cele din regiunile mai reci. Deci, dacă Pământul ar fi imobil (Fig 22), se produc la suprafața sa, curenți de aer rece circulând direct, în regiunile joase, de la poli către ecuator, și, în regiunile ridicate, curenți de aer cald mergând de la ecuator către poli. Dar, păturile de aer luând parte la mișcarea de rotație a Pământului, au viteze mai mici la poli

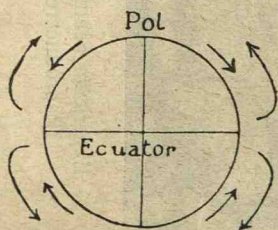


Fig. 22.

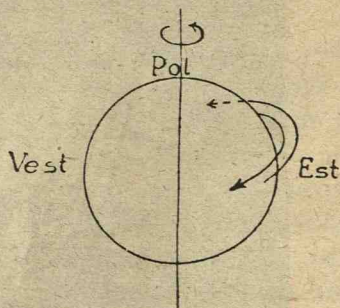


Fig. 23.

de cât la ecuator. Vitezele lor inițiale se păstrează și se compun cu cele care aduc păturile de aer de la pol către ecuator. Rezultă că ajungând către regiunile ecuatoriale, ele sunt în mod aparent întârziate și se va constata un curent de aer dela nord-est la sud-vest în emisfera boreal (Fig. 23), și de la

sud-est la nord-vest în emisferul austral. Deci, din cauza rotației Pământului, aceste vânturi alizee în loc să sufle de la nord spre sud, sau dela sud spre nord, suflă dela nord-est la sud-vest în emisferul boreal și dela sud-vest la nord-vest în emisferul austral. Vânturile păturilor superioare sau contralizee vor sufla dela sud-vest către nord-est în emisferul nord și dela nord-vest la sud-est în emisferul austral.

Din cauza rotațiunii Pământului, orice mișcare de pe suprafața Pământului este deviată, în emisfera boreală în dreapta, dacă am sta cu fața în direcția în care se face mișcarea, iar în emisfera australă, spre stânga. Aceasta se observă în direcția generală a curenților marini. Tot astfel se explică de ce apele mari, ca Dunărea, caută să mănânce mai mult din malurile drepte ale lor.

34. A trebuit multă vreme oamenilor de știință până când au reușit să dovedească că Pământul se mișcă.

Încă din antichitate unii filozofi ⁽¹⁾ au încercat să arate aceasta, dar abia, pe la 1600 d. Chr., *Galileu*, un mare astronom și fizician, a susținut cu tărie, acest adevăr, arătat înaintea lui de *Copernic* (1472—1543), deși a avut să lupte cu puterea bisericești catolice, care nu voia să admită această teorie, ca fiind în contradicție cu Biblia.

Din cele expuse mai sus, rezultă că mișcarea diurnă a sferei cerești este aparentă și că Pământul se învâртеște, în mod uniform de la apus la răsărit, în sens direct (invers cu acele unui ceasornic) în jurul unei axe care îl taie în două puncte numite polul nord și polul sud. Aceasta este axa lumii de la mișcarea diurnă aparentă. Durata rotației este constantă, este ziua siderală și are 23 ore, 56 minute, 4 secunde timp mijlociu (acela arătat de ceasornicele noastre).

Punctele unui meridian nefiind egal depărtate de axa de rotație, nu descriu toate paralele egale în jurul axei, astfel că lungimile acestor cercuri paralele cresc de la poli către ecuator. Cum însă aceste paralele sunt descrise în același timp, ziua siderală, urmează că viteza pe paralelele mai lungi este mai mare. Astfel, un punct de la ecuator se mișcă cu o viteză de 465 metri pe secundă; la Paris, viteza este 306 metri, iar la poli nulă.

(1) *Anaximandru* (VI secol a. Cr.), *Pitagora* (V secol a. Cr.).

COORDONATE GEOGRAFICE.

35. **Longitudine și Latitudine.** *Latitudinea* unui loc este unghiul ce-l face verticala acelu loc cu planul ecuatorului.

Astfel (Fig. 24), latitudinea locului A este unghiul ATa ,

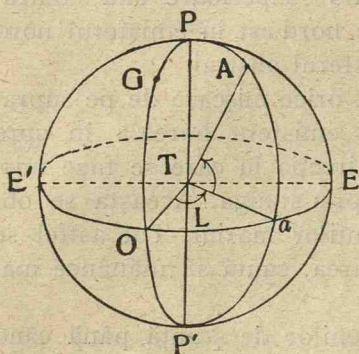


Fig. 24.

Acest unghi, fiind la centrul cercului $PAaP'$, are aceeaș măsură (în grade) ca și arcul aA , cuprins între laturile lui, așa că mai putem defini latitudinea și astfel: *latitudinea unui loc este distanța în grade pe meridianul locului, dela ecuator până la acel loc.*

Latitudinea se măsoară dela ecuator la pol, dela 0^0 până la 90^0 și e de două feluri, *boreală* când locul e în emisfera boreală și *australă* când e în cea australă.

În calcule privim latitudinile boreale ca pozitive, iar pe cele australe ca negative.

Longitudinea unui loc este unghiul diedru format de meridianul acelu loc, cu un meridian fix care se numește meridianul *prim* sau *principal*.

Mai înainte meridianul principal era acela care trecea prin Paris. Acum se ia ca meridian prim, acela care trece prin *Greenwich* (lângă Londra).

Dacă G ar fi Greenwich (Fig. 24), longitudinea punctului A va fi unghiul diedru format de cele două meridiane $PAaP'$ $PGOP'$ ce trec prin A și G.

Acest unghi diedru se măsoară prin unghiul său plan corespunzător OTa ; dar acesta fiind un unghi la centrul ecuatorului, are aceeaș măsură ca arcul Oa cuprins între laturile sale. De aci deducem că putem defini longitudinea și astfel: *Longitudinea unui loc A este depărtarea în grade pe ecuator dela meridianul principal până la meridianul locului.*

Longitudinea se măsoară dela meridianul prim spre răsărit, sau spre apus, până la 180^0 ; când se ia spre răsărit, se numește *longitudinea orientală* (și se consideră ca pozitivă); când se ia spre apus, se zice *longitudinea occidentală* (și se consideră ca negativă).

36. **Determinarea latitudinii.** *Latitudinea unui loc este egală cu înălțimea polului deasupra orizontului acestui loc.* În adevăr (Fig. 25), latitudinea locului A este unghiul h format de verticala OAZ a locului cu ecuatorul OE. Ducem orizontul locului perpendicular pe verticala OAZ, și o dreaptă către pol paralelă cu axa Pământului. Se vede că unghiul format de orizont cu direcția polului, ne dă înălțimea polului în locul A. Dar acest unghi este egal cu unghiul EOA căci au laturile perpendiculare. Deci, latitudinea locului este egală cu înălțimea polului deasupra orizontului.

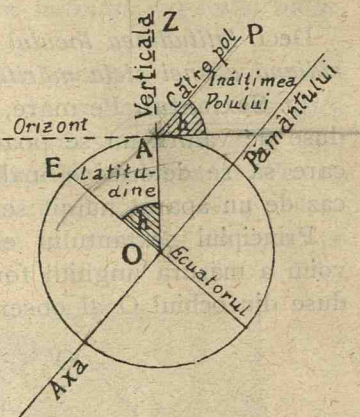


Fig. 25.

Pe figura 26, latitudinea locului, unghiul EOZ, este egală cu unghiul $H'OP$, înălțimea polului deasupra orizontului HH' a punctului A, pentru că au laturile perpendiculare una pe alta, sau pentru că aceste unghiuri au acelaș compliment pe ZOP.

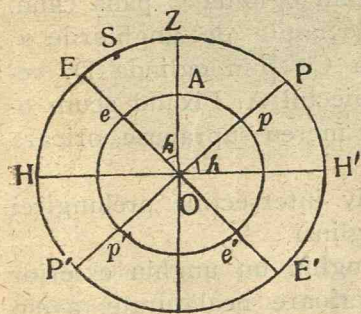


Fig. 26.

I. Pe uscat latitudinea se determină măsurând, cum am văzut (No. 13), înălțimea polului deasupra orizontului prin ajutorul stelelor circumpolare. Așa s'a găsit, pentru Paris, $48^{\circ} 50' 10''$ N, iar pentru București $44^{\circ} 25' 38''$ N.

Alt procedeu este și următorul.

Se alege o stea S (Fig. 26), a cărei declinație D boreală $D = ES$ este cunoscută din *Connaissance des temps* ⁽¹⁾. Cu ajutorul teodolitului se calculează distanța zenitală SZ a stelei S când ajunge la meridian. Se vede din figură, că pentru steaua S, avem

⁽¹⁾ Lucrare redijată și redactată de către Biroul de longitudini din Paris, pentru a servi astronomilor și navigatorilor. Apare cel puțin cu trei ani înainte.

$$ZE = ZS + SE,$$

sau

$$h = Z_m + D.$$

Deci, *latitudinea locului este egală cu distanța zenitală meridiană a unei stele mărită cu declinația ei.*

37. **Sextantul.** Pe mare, din cauza mișcărilor vaporului produse de valuri, nu se poate instala pe vapor un teodolit, cu care să se determine înălțimea polului. Ne servim în acest caz de un aparat numit sextant.

Principiul sextantului este următorul. Să presupunem că vom a măsura unghiul format de razele vizuale OA și OB duse din ochiul O al observatorului la obiectele A și B.

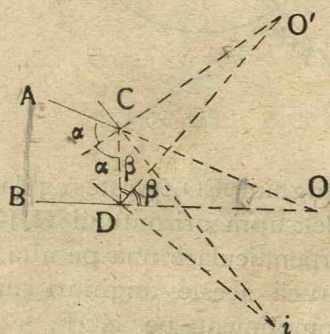


Fig. 27.

Vom așeza oglinda mobilă C în calea razei OA și o oglindă fixă D în drumul razei OB (Fig. 27).

Jumătatea superioară a oglinzii fixe D este sticlă curată, iar jumătatea inferioară a ei este oglindă propriu zisă. Privim atunci obiectul B prin partea superioară a oglinzii D și mișcăm oglinda C până când, după reflexiunile de unghiurile α , în oglinda C, β în oglinda D, vedem și obiectul A. Fixând acum o-

glinda C, imaginile A și B le vedem mereu suprapuse, oricare ar fi mișcările observatorului.

Să însemnăm cu i și O' respectiv intersecțiile prelungirii oglinzilor și perpendicularelor pe oglinzi.

Aplicând teorema că într'un triunghi un unghi exterior este egal cu suma unghiurilor interioare nealăturate, avem din triunghiurile CDO' , CDO ,

$$\alpha = \beta + O', \quad 2\alpha = 2\beta + O,$$

Înmulțind prima relațiune cu 2, avem

$$2\alpha = 2\beta + 2O',$$

din care scăzând pe a doua, urmează

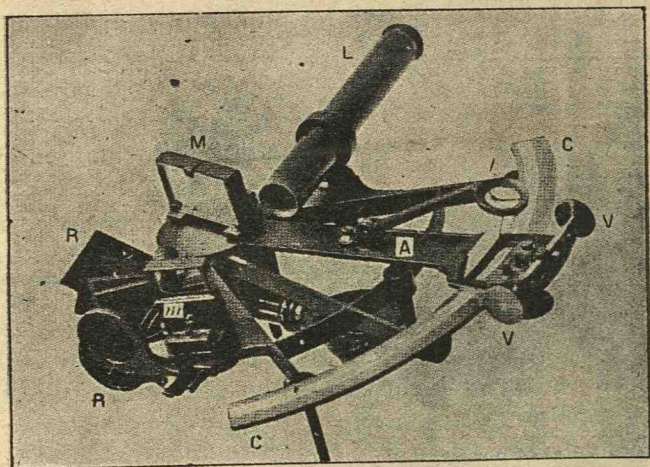
$$2O' = O,$$

adică unghiul AOB , sau distanța unghiulară a obiectelor A și B, este egal cu înăoitul unghiului O' , format de perpen-

$$2\alpha = 2\beta + 2O'$$

dicularele (normalele) la oglinzi. De oarece unghiurile O' și i sunt egale ca având laturile perpendiculare, urmează că *unghiul obiectelor A și B este egal cu îndoitul unghiului oglinzilor C și D.*

Sextantul este format dintr'un arc gradat (a șasea parte dintr'un cerc, de unde și numele de sextant), la care s'a adaptat două oglinzi verticale, una fixă și alta mobilă, prevăzută cu un indicator i , mobil în fața arcului gradat. Pentru că avem nevoie de îndoitele unghiurilor observate, s'a convenit să se dividă arcul sextantului în jumătăți de grad și



Sextant.

*suportu bobinei
unghi*

să se însemneze pe el grade întregi, pentru ca astfel să avem imediat îndoitul unghiului oglinzilor.

Iată cum se determină cu sextantul înălțimea Soarelui (sau a unei stele) deasupra orizontului. Obiectele A și B, considerate mai sus, sunt în cazul de față, A Soarele, iar B orizontul. Privim orizontul prin partea superioară a oglinzii fixe și mișcăm atunci oglinda mobilă, până ce imaginea Soarelui este în contact cu aceea a orizontului mării, iar citirea dată de indicatorul sextantului, este înălțimea h a Soarelui deasupra orizontului.

Determinarea coordonatelor geografice pe apă se face în modul următor. Se urmărește cu sextantul steaua luată din

catalog, când ea se apropie de meridian, ceea ce se cunoaște după faptul că înălțimea ei deasupra orizontului merge crescând. Steaua mișcându-se, pentru ca imaginea ei să fie mereu, în contact cu orizontul, trebuie să mișcăm continuu oglinda mobilă a sextantului. În momentul când pare că nu mai

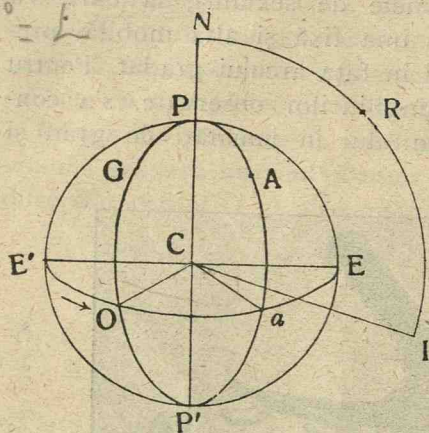


Fig. 28.

trebuie să mișcăm oglinda mobilă, steaua pare că stă pe loc, deci steaua a ajuns la meridian. Atunci se calculează cu sextantul distanța zenitală a ei [complementul înălțimei HS, (Fig. 26)], pe care adăugând-o la declinația acestei stele, se obține latitudinea locului unde ne găsim.

Dacă observația se face ziua, în loc de o stea, se

ia Soarele și declinația lui e dată pentru fiecare zi.

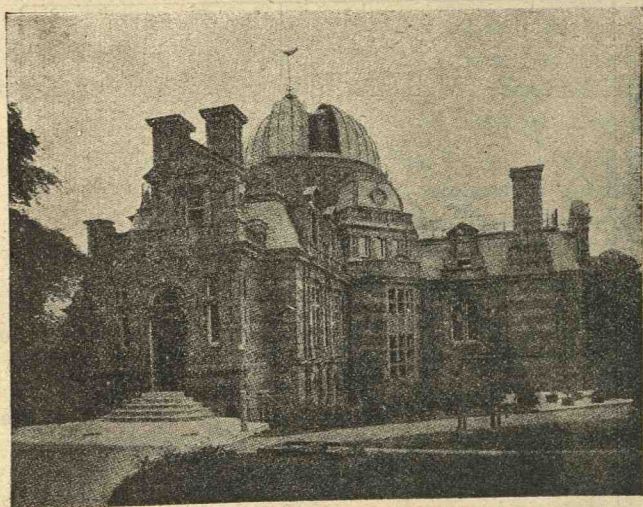
38. Determinarea longitudinei. Fie PGP' (Fig. 28) meridianul de origină din Greenwich și PAP' meridianul unui loc A după Pământ. Să însemnăm cu EE' ecuatorul și NRI cercul orar al stelei Rigel, după care presupunem că se regulează pendulele siderale.

Pământul învârtindu-se în jurul său în 24 ore siderale, adică învârtindu-se cu 360° în 24 ore, urmează că într-o oră se învâртеște cu 15° , într'un minut cu $15'$ și într'o secundă de timp cu $15''$.

Când meridianul locului A trece în dreptul stelei Rigel, adică meridianul locului A ajunge în dreptul cercului orar al acestei stele, atunci în toate locurile de pe acest meridian este ora zero. În acest moment, în locurile așezate pe meridianul din Greenwich nu este ora zero, căci va trebui să treacă un timp până să ajungă meridianul din Greenwich în dreptul stelei Rigel; și anume, ora din Greenwich este mai mică decât ora din A, cu timpul cât îi trebuie Pământului ca să se învâртеască în jurul său cu un unghi egal cu OCa cel făcut de meridianele din G și A. Dar acest unghi OCa este longitudinea locului A în raport cu Greenwich.

Dacă Pământului ca să se învârtască cu unghiul Oa îi trebuie o oră, aceasta înseamnă că arcu Oa , sau unghiul celor două meridiane, adică longitudinea locului A este de 15^0 . Dacă Pământului i-ar trebui două ore, acest unghi (longitudinea lui A) va fi de 30^0 , etc.

Deci, longitudinea unui loc A este măsurată de timpul cât pune Pământul ca să se învârtască în jurul său cu un unghi egal cu cel ce face meridianul locului A cu cel din Greenwich, adică *longitudinea locului A este dată de diferența orelor meridianului din Greenwich și acel al locului A*. Cum într-o oră Pământul se învârtște cu 15^0 , urmează că



Observatorul astronomic din Greenwich.

valoarea în grade a longitudinei unui loc A se obține înmulțind cu 15^0 diferența orelor t_1 și t a locului A și meridianului din Greenwich, în acelaș moment. Însemnând cu L longitudinea locului A și cu t_1 și t orele locului A și meridianului de origină G în acelaș moment, avem $L = (t_1 - t) \cdot 15^0$.

Vedem deci că, pentru a afla longitudinea unui loc, trebuie să știm, în acelaș moment, ce oră e în locul considerat și la Greenwich. În locul considerat putem să ne potrivim o pendulă sidereală ca să bată zero ore, când steaua Rigel trece la meridian și el ne va arăta în orice moment ora locului.

Pentru a afla ora din Greenwich într'un moment oarecare, se întrebuințează mai multe metode. *Metoda cronometrelor* constă în a potrivi mai multe cronometre la Greenwich, după ora dela Greenwich și a veni cu ele în localitatea unde voim să determinăm longitudinea. Vom compara, într'un moment oarecare, ora unui cronometru cu ora dată de pendula siderală regulată după meridianul locului. Această metodă e întrebuințată de marinari.

Metoda semnalelor. În loc să mergem la Greenwich, ca

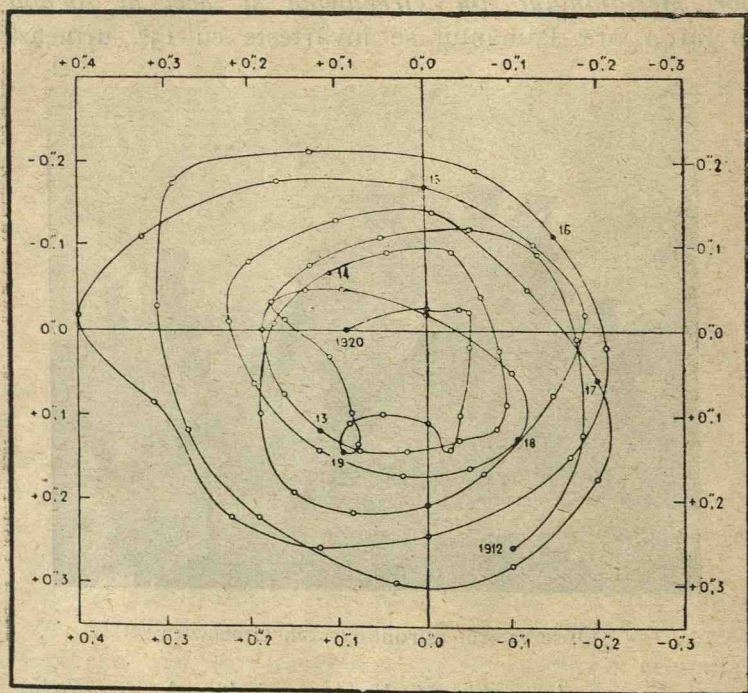


Fig. 29.

Deplasarea polului pământesc dela 1912 la 1920.

să potrivim un ceasornic după ora de acolo, e mult mai ușor să ne înțelegem cu cineva de acolo, ca la o oră hotărîtă, de ex., la 5 ore, să ne dea un semnal prin telegrafie fără fir. În momentul când am primit semnalul știm că la Greenwich e ora 5 și nu avem decât să ne uităm la ceasul nostru, regulat după locul a cărei longitudine voim să aflăm.

Metodele astronomice. Acestea constau în a căuta într'o publicație astronomică, de ex. în *Anuarul Biroului de longi-*

tudini ⁽¹⁾, sau în *Connaissance des Temps*, la ce oră a Greenwich-ului se vede un fenomen astronomic din Greenwich. Așteptăm și noi să vedem același fenomen în momentul când el se va produce, ne uităm la ceasul nostru, căci pentru Greenwich ora e dată în *Connaissance des Temps*. Ca fenomene, care se pot observa astfel, sunt ocultațiile (acoperirea stelelor de Lună). Astfel s'a găsit că longitudinea Bucureștilor în raport cu meridianul din Greenwich este 1 oră, 35 m. 4,2 s, sau în grade, $23^{\circ} 46' 3''$.

X 39. **Variațiunea latitudinilor.** Observațiile moderne de înaltă precizie, au arătat că latitudinile locurilor după Pământ variază. Dar latitudinile sunt raportate la ecuator, care este perpendicular pe linia polurilor. Deci, linia polurilor se deplasează în raport cu globul pământesc. Intersecția Pământului cu această linie, adică polul nord nu este absolut fix pe suprafața pământească. Mișcarea sa, a cărei cauze meteorologice sau geologice sunt încă necunoscute, prezintă două perioade, una de 14 luni, alta de un an. Suprapunerea acestor două mișcări dau loc la o deplasare în formă de spirală. Figura 29 reprezintă curba descrisă de pol între anii 1912 și 1920. Depărtările polului, de o poziție mijlocie, nu trec peste $0'',5$, ceea ce înseamnă o oscilație de 15 metri cel mult pe suprafața Pământului.

DIMENSIUNILE ȘI FORMA ADEVĂRATĂ A PĂMÂNTULUI.

40. **Determinarea razei Pământului.** Până în secolul al XVII, Pământul era considerat ca fiind perfect sferic și se căutau mijloace ca să se determine raza cât mai exact. Metoda întrebuintată pentru aceasta, este următoarea.

Se află unghiul format de verticalele a două localități A și B (Fig. 30), așezate pe același meridian. Acest unghi fiind cu vârful la centru, are aceeași măsură ca și arcul AB, cuprins între laturile

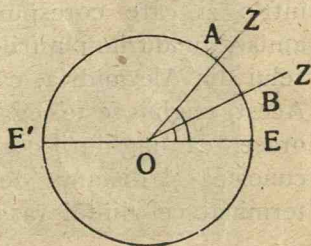


Fig. 30.

(1) *Annuaire publié par le Bureau des longitudes de Paris*, lucrare care a apărut pentru prima dată în anul 1795 și a cărei publicație se continuă de atunci, în fiecare an, fără întrerupere.

sale, astfel că se va ști câte grade are arcul AB. Se măsoară apoi lungimea acestui arc. Însemnând cu n numărul de grade și cu R raza Pământului, lungimea l a arcului AB este dată de formula cunoscută

$$l = \frac{\pi R n^0}{180^0}.$$

De unde se deduce

$$R = \frac{180^0 l}{\pi n^0},$$

așa că raza Pământului a putut fi aflată și egală cu 6370 km.

Din cele ce preced, vedem că pentru a afla raza, avem două operații de făcut. 1) Să determinăm unghiul celor două verticale din A și B; 2) să măsurăm arcul AB în unități de lungime.

1) *Determinarea unghiului.* Fie EE' ecuatorul (Fig. 30); unghiul AOE este latitudinea punctului A, unghiul BOE este latitudinea punctului B și vedem că

$$AOB = AOE - BOE,$$

adică unghiul căutat este diferența latitudinilor celor două puncte A și B.

Prin urmare, vom determina latitudinea în fiecare din cele două localități și vom face diferența lor.

În timpurile vechi determinarea razei pământești a fost făcută în modul următor. Pe la anul 250 a. Chr., *Eratostene*, mare geometru din *Alexandria*, aflând dela niște călători, că la *Siena*, oraș așezat cam pe acelaș meridian cu *Alexandria*, într-o zi care corespunde cu 22 iunie, Soarele lumina la amiază fundurile puțurilor, a măsurat dinstanța zenitală z , a Soarelui din *Alexandria*, când Soarele era la meridian (Fig. 31). Acest unghi este egal cu unghiul verticalelor celor două orașe, ca unghiuri corespondente și l'a găsit de $7^0 12'$. El cunoștea și distanța dela *Alexandria* la *Siena*, așa că a determinat cel dintâi raza Pământului cu formula

$$R = \frac{180^0 l}{\pi n^0}.$$

2) *Măsurarea lungimei arcului.* S'au întrebuințat diferite metode pentru măsurarea lungimei unui arc de meridian. Așa, un medic francez, *Fernel* (1550), a măsurat distanța dintre

Paris și Amiens, prin ajutorul roatei dela o trăsură, cu care a făcut acest drum.

Metoda cea mai perfectă a fost inventată de *Snelius*, geometru olandez (1616) și perfecționată mai târziu de abatele *Picard* (1669), marele astronom francez, care a fondat Observatorul astronomic din Paris. *Picard* a măsurat meridianul între Paris și Amiens.

Metoda aceasta, numită a *triunghiulațiunei*, e bazată pe faptul că dacă într'un triunghi se cunoaște o latură și două unghiuri alăturate ei, se poate afla lungimile celorlalte laturi, ceea ce se poate face prin construcțiune geometrică, ca în Topografie.

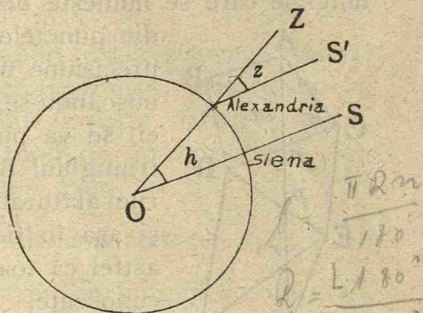
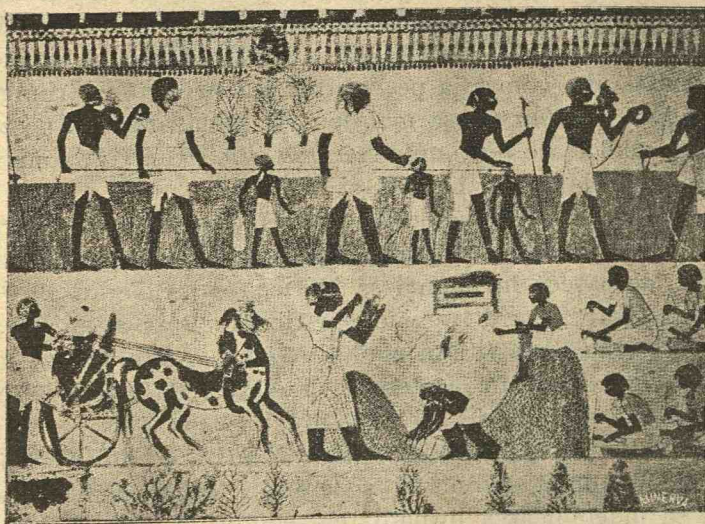


Fig. 31.

Ca să ne facem o idee de această metodă, să presupunem



Măsura Pământului de vechii Egipteni, după o frescă descoperită pe zidurile unui mormânt, la Teba.

că voim să măsurăm lungimea meridianului dela A până la un loc oarecare M (Fig. 32). În A se determină direcția AM a meridianei și se așează semnale în lungul ei. Fie M punctul

până unde vom să măsurăm meridianul. Se aleg mai multe puncte B, C, D, E, F, de o parte și de alta a meridianei, astfel că din fiecare din ele să se vadă punctele vecine; se măsoară cu precizie o lungime AB deadreptul pe Pământ, lungime care se numește *baza triunghiulațiunei* și din fiecare

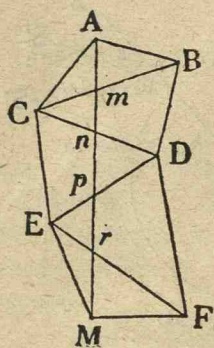


Fig. 32.

din punctele A, B, C, D, E, F, se măsoară cu precizie unghiurile. În triunghiul ABC, cunoscându-se latura AB și unghiurile alăturate ei, se va putea afla lungimea laturei BC; în triunghiul BCD, cunoscându-se BC și unghiurile alăturate ei, se va putea afla latura CD și așa în fiecare din triunghiurile cele mari, astfel că toate laturile și unghiurile lor vor fi cunoscute.

Trecem acum la triunghiurile cele mici din care fac parte porțiunile Am , mn , np , pr , rM , din meridiană.

În AmB se cunoaște AB și cele două unghiuri alăturate, așa că vom afla pe de o parte pe Am , pe de alta pe Bm și AmB ; în triunghiul mCn , vom cunoaște $mC=BC-Bm$, $Cmn=AmB$ și mCn (măsurat din C), așa că, având o latură și două unghiuri alăturate, vom afla pe mn ; tot așa urmăm cu triunghiul nDp și aflăm pe np și așa mai departe până aflăm și pe pr și rM . Adunând toate porțiunile Am , mn , np , pr și rM , vom avea lungimea meridianului între A și M.

✓ 41. **Metru.** Cu cât se întindeau relațiunile între diferitele state ale Europei, se simțeau neajunsurile unităților vechi de măsură, de oarece nu numai că în fiecare țară erau alte unități, dar chiar fiecare provincie și fiecare oraș avea unitățile sale, care erau împărțite în mod neregulat. Astfel că măsurile, odată cu ele, dedeau naștere la numere, cu care calculele erau grele.

O comisiune de savanți fu numită în 1790 în Franța cu însărcinarea de a stabili un sistem de unități mai rațional, adică să îndeplinească următoarele condițiuni: 1) unitatea de măsură să fie fixă și invariabilă; 2) din ea să se formeze celelalte unități pentru suprafață, volum, capacitate etc.; 3) împărțirea unităților să se facă după sistemul zecimal și 4) să fie admisă de toate popoarele. Atunci s'a hotărât ca unitatea de lungime să fie o parte din lungimea meridianului pământ-

tesc. S'a făcut o nouă măsurătoare a meridianului de către *Méchain* și *Delambre*, prelungindu-se meridianul măsurat de *Picard*, de o parte până la Dunkerque și de alta până la Barcelona; s'a împărțit lungimea sfertului de meridian în 10.000.000 părți și una din aceste părți s'a luat ca unitate de lungime și s'a numit *metru*.

Multipli și submultipli s'a stabilit după sistemul zecimal și pentru ca aceste unități să poată fi admise de toate statele, s'au întrebuințat numiri din limbile moarte, latină și elenă.

Astfel, lungimea meridianului fiind de 40.000.000 m., *lungimea arcului care corespunde unui grad*, va fi

$$\frac{40.000.000}{360} = 111 \text{ Kilometri aproape}$$

O *Leghe marină* fiind a 20-a parte din lungimea unui grad, va fi 5556 metri. O *Leghe geografică* fiind a 25 a parte din lungimea unui grad, va fi 4445 metri. În marină se măsoară mai des cu *mila marină*, care este lungimea arcului de un minut, adică a 60-a parte din grad, sau a 3-a parte dintr'o leghe marină, și prin urmare va avea 1852 metri.

Iuțeala unui vapor de mare se măsoară în noduri. Un *nod* este a 120-a parte dintr'o milă marină, sau vre-o 15 metri și jumătate.

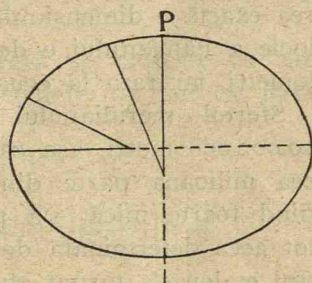


Fig. 33.

42. **Forma turtită a Pământului.** Măsurându-se lungimea arcului de 1 grad la diferite latitudini, după metoda de mai sus, s'a găsit că este în mijlociu de 111 km., și că ea e mai mare aproape de poli decât aproape de ecuator. Aceasta arată, că Pământul trebuie să fie mai puțin curb, adică mai turtit la poli și mai umflat la ecuator, căci (Fig. 33) cu cât arcul cuprins între două puncte trebuie să fie mai depărtate, pentru ca verticalele lor (perpendiculare pe suprafață) să formeze un unghi de 1 grad. Din cauza turtirii verticalele nu se întâlnesc (Fig. 33) în centrul Pământului. Lungimea arcului de meridian ce corespunde aceluiaș unghi de 1° este respectiv la ecuator și pol de 110563 m. și 111707 m.

Turtirea Pământului se datorește învârtirii lui. Pământul la

început a fost fluid și din cauza învârtirei părțile dela ecuator, fiind mai depărtate de axă, au avut o mișcare mai repede decât cele din apropierea polului; de aceea, acolo s'a născut o putere centrifugă mai mare, care le-a depărtat mai mult de axă, iar cele din apropierea polului, fiind legate cu cele din-tâi prin coeziunea materiei, au căutat să se apropie de ecuator în lungul axei.

Aceasta se poate proba prin experiențe. Dacă învârtim un corp sferic moale, în jurul unei axe, el se va turti în părțile unde este străbătut de acea axă.

Se mai poate constata *turtirea* Pământului și cu ajutorul pendulului. La pol oscilațiile unui pendul sunt mai repezi decât la ecuator, ceea ce arată că *centrul de atracție* (centrul Pământului) e mai aproape.

După numeroasele măsurători ce s'au făcut pentru aflarea exactă a dimensiunilor Pământului, s'a găsit că raza mijlocie a Pământului e de 6371 km. Raza la pol este 6356 kilometri, iar raza la ecuator este de 6378 kilometri.

Sfertul meridianului nu are exact 10.000.000 metri, ci 10.002.008 metri, așa că metrul legal e mai mic decât a zecea milioana parte din sfertul meridianului; dar diferența fiind foarte mică, s'a păstrat ca lungime a metrului legal tot acea determinată de comisiunea Academiei franceze (metrul etalon s'a turnat atunci din platină și se păstrează în arhivele Franței).

Turtirea Pământului e foarte mică; valoarea ei este $\frac{1}{298}$, ceea ce însemnează că diferența dintre raza ecuatorului și raza polului este a 298-a parte din raza ecuatorului, așa că se poate presupune că Pământul este aproape sferic.

Turtirea Pământului este o nouă probă de rotația sa.

43. **Temperatura solului.** La o mică adâncime de la suprafața Pământului (25 m. la Paris), temperatura rămâne constantă în tot cursul anului. Această temperatură variază cu adâncimea. Ea se ridică cu 1 grad pentru adâncimi variind cu 30 la 80 metri aproape, după natura terenurilor unde au fost făcute; de ex., la Paris 33 m., Saxa 50 m., Brazilia 36 m. S'a experimentat că temperatura crește până la adâncimi de 2000 metri și că de aci încolo e probabil ca temperatura să crească. Rezultă deci că spre regiunile centrale ale Pă-

mântului trebuie să fie o temperatură foarte ridicată și o presiune considerabilă, fără însă să putem ști starea în care se află materia acolo.

44. **Atmosferă.** Pământul este înconjurat de un strat de aer, care e compus din oxigen, azot, argon și vapori de apă, și altele; acest strat se numește *atmosfera Pământului* și se socotește a fi de vre-o 100 sau 120 km.

Temperatura atmosferei se micșorează cu 6° în mijlociu când ne ridicăm cu 1 kilometru; dar, de la o anumită înălțime variind după regiuni, de la 7 la 15 km., temperatura rămâne constantă.

Culoarea aerului ce formează această atmosferă ne face să vedem cerul albastru.

45. **Auroră. Crepuscul.** Să considerăm (Fig. 34) un loc A al cărui orizont este HH'. Soarele înainte de a răsări, luminează o parte din atmosfera deasupra orizontului acestui loc și anume partea MNP.

Această parte luminată din atmosferă se mărește cu cât Soarele se apropie de orizont. Moleculele de aer și păr-

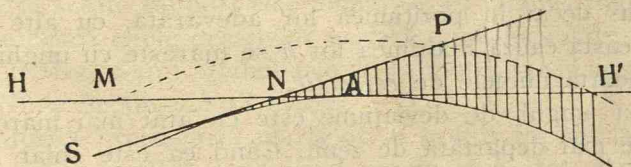


Fig. 34.

ticelele solide sau lichide, care stau în suspensiune în atmosferă, reflectează razele Soarelui, formează lumina difuză, și luminează punctul A, risipind din ce în ce mai mult întunericul, înainte ca Soarele să răsară. Această lumină ce se produce înaintea răsăritului Soarelui și care are o culoare roșiatică se numește *Auroră*.

Seara, după apunerea Soarelui, fenomenul se produce din nou, în sens invers, adică lumina nu dispare odată cu apunerea Soarelui, ci mai continuă, slăbind cu încetul; stelele de prima mărime apar când Soarele se află la 6° aproape dedesubtul orizontului, iar întunericul complet se constată când Soarele ajunge la 18° dedesubtul orizontului. Aceasta e *Crepusculul* de seară.

Aurora și crepusculul contribuiesc la lungirea zilei, căci timpul cât stă Soarele deasupra orizontului este mai mic de cât acela ce numim zi în viața practică.

46. **Refracție atmosferică.** Atmosfera are o densitate din ce în ce mai mică, cu cât se depărtează de suprafața Pământului, încât o putem considera formată din straturi cu densități din ce în ce mai mici.

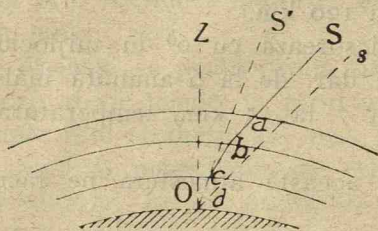


Fig 35.

Dacă o rază de lumină, venind de la o astră S (Fig. 35), cade oblic pe suprafața straturilor atmosferei, ea suferă deviațiuni și trecând din medii mai rare în altele, mai dense,

se apropie de normală în fiecare din punctele a , b , c și ajunge la ochiul observatorului în direcția cO . Observatorul din O va vedea atunci astra în direcția OS' , prelungirea în sens opus a razei cO primită la ochiu, în loc s'o vază în direcția Os .

Astfel, efectul refracției este de a ne face să vedem astrele mai sus decât în pozițiunea lor adevărată, cu alte cuvinte, din această cauză înălțimea lor h se mărește cu unghiul sOS' , care poartă numele de *refracție*.

Acest unghi de deviațiune este cu atât mai mare cu cât astra e mai depărtată de zenit. Când ea este chiar la zenit, refracțiunea este nulă, căci razele ce vin de la astră, străbat straturile atmosferei căzând normal pe fiecare și deci nu suferă deviațiuni.

S'au făcut table în care se arată unghiul de refracție corespunzător la orice înălțime. Când astra e la orizont, refracția este de vre-o $36'$. Soarele și Luna, de ex., ridicate de refracție, sunt încă vizibile când sunt dedesubtul orizontului nostru, căci diametrul aparent (unghiul subt care se vede din Pământ) al Soarelui și Lunei este aproape $36'$, cam cât este refracția la orizont.

Din cauza refracției, vedem apărând la orizont astrele care se găsesc aproape cu $36'$ subt orizont.

Tot din cauza refracției, atât Soarele cât și Luna ni se par turtite în sens vertical, când răsar sau apun. Aceasta se explică prin faptul că marginea de jos, fiind mai depărtată de zenit, suferă o refracție mai mare decât marginea de sus,

adică, deși amândouă marginile se văd mai sus, cea de jos este mai ridicată.

47. **Elasticitatea globului pământesc. Maree.** Se numesc *maree*, oscilațiunile regulate și periodice ale apelor oceanelor, adică ridicarea și coborârea alternativă a acestor ape deasupra și dedesubtul unui nivel mijlociu. Observând acest fenomen în timp de o zi lunară, adică în timpul dintre două treceri consecutive ale Lunei în dreptul meridianului locului (de 24 ore și 50 minute), vedem că într'un sfert din ziua lunară, apele oceanului cresc, adică se ridică deasupra unui nivel mijlociu, avem, după cum se mai zice, *flux*; în sfertul de zi lunară următor, apele oceanului scad sub nivelul mijlociu, când se zice că este *reflux*; în sfertul următor apele iar cresc, iar în sfertul al patrulea din ziua lunară apele descresc din nou. Apoi fenomenul se repetă regulat, astfel că în timp de o zi lunară, avem de două ori o creștere urmată de o descreștere a apelor, sau, cum se mai zice două marea. Timpul cât ține fluxul și refluxul nu sunt egale. Astfel, la Havre, marea se coboară într'un timp cu două ore mai mare ca acela cât s'a ridicat; la Brest, diferența dintre aceste timpuri este numai de 16 minute. Înălțimile la care se ridică apele oceanelor variază după localități; astfel, în baia din Mont-Saint-Michel este de 15 metri, iar în aceea din Fundy (Noua Scoție) de 18 metri.

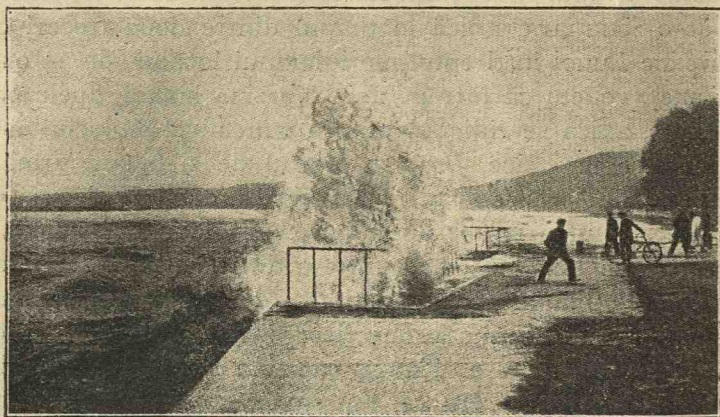
Tot datorită propagărei mareelor în golful format la gura unui fluviu, se explică fenomenul numit *mascaret*, care este ridicarea bruscă a apelor în timpul mareelor maxime la gura câtorva fluvii, sub forma unui val enorm, care se urcă în susul lor.

Primele unde ale valului mareei se opresc puțin din cauza rezistenței fundului nu prea adânc al fluviului și formează ca o stavilă, îndărătul căreia se strâng celelalte valuri care vin imediat în urma primului. Și, numai când s'a format o cantitate suficientă, încep a se ridica în susul fluviului, ca un puhoi, mai mult sau mai puțin înalt, care se urcă între malurile fluviului.

În golful de la gura Senei, la Quillebeuf, mascaretul atinge 3 metri înălțime, și se propagă cu 8 metri pe secundă. La Caudebec, este de asemenea foarte mare, și încetează deasupra acestui oraș la o mică distanță.

Cei vechi n'au cunoscut cauza fenomenului mareelor. Au

putut totuși să observe că se produc într'o zi lunară două perioade de flux și reflux și că prin urmare acest fenomen este în legătură cu trecerea Lunei la meridianul locului. *Kepler*, cel dintâiu, a bănuit adevărata cauză a fenomenului mareelor,



Mascaretul Senei.

adică atracțiunea ce o exercită Luna asupra apelor oceanului.

Îndată ce *Newton* a descoperit principiul *atracțiunei universale* (gravitațiunei universale), a putut să arate că adevărata cauză a fenomenului mareelor este atracțiunea Lunei asupra apelor mărilor, la care se mai adaugă și aceea a Soarelui, dar care este de $2\frac{1}{2}$ ori mai mică decât atracțiunea Lunei.

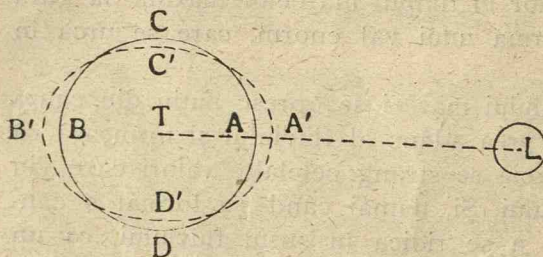


Fig. 36.

Teoria mareelor a fost dată de *La-place*. Luna atrage Pământul conform legii gravitațiunei u-

niversale, întocmai după cum Pământul atrage toate corpurile către centrul lui (care deci cad pe Pământ). Însă, când Luna este la meridianul locului, este mai apropiată de apele aceluia loc A decât de centrul Pământului (Fig. 36); deci Luna atrage mai mult apele acestui loc A decât restul Pământului. Prin urmare, apele oceanului se vor ridica în A deasupra nivelului

obișnuit, către Lună. După o jumătate de zi lunară, adică în momentul când Luna ajunge tot în dreptul acestui meridian, însă pe partea opusă locului considerat B, apele oceanului considerat sunt mai depărtate de Lună decât centrul Pământului. Aceste ape sunt deci mai puțin atrase de Lună decât restul Pământului și prin urmare vor cădea spre Lună mai puțin decât Pământul, de unde urmează ca apele oceanului par mai ridicate decât nivelul mijlociu. Avem deci în ambele cazuri *flux*.

Când Luna se găsește în C sau D, la 90^0 depărtare unghiulară de aceste poziții considerate, adică este, după cum se mai zice, la *pătrare*, atracțiunea Lunei asupra apelor oceanului este mai mică decât aceea exercitată asupra porțiunii din Pământ care este în fața Lunei. Deci aceste ape vor cădea mai puțin spre Lună decât porțiunea din fața Lunei; apele vor fi deci sub nivelul mijlociu, vom avea *reflux*.

Conform teoriei de mai sus, ar trebui ca umflarea apelor mărilor (fluxul) să se producă în momentul când Luna trece la meridian. S'a observat însă că acest fenomen se produce mai târziu. Această întârziere se explică având în vedere frecările apelor, care se opun mișcării apelor, și care au ca efect să o întârzieze. Mai intervine adeseori configurația țărmurilor, astfel că întârzierea este foarte diferită pentru două porturi vecine.

Într'un port considerat această întârziere este totdeauna aceeași la echinocții (21 martie și 23 septembrie) în timpul când este lună nouă sau lună plină. Această întârziere constantă se numește *stabilirea portului*. Ea este de 6 ore și 10 minute la Saint-Malo, de 3 ore 46 minute la Brest și 12 ore 13 minute la Dunkerque.

Teoria permite de a stabili mai dinainte care ar fi înălțimea mareelor deasupra unui glob perfect rigid. Dar atracțiunile lunare și solare se aplică și asupra solului Pământului, care ia parte la această atracțiune, căci s'a constatat că marea observată e mai slabă decât marea teoretică, deci cea observată este diferența dintre mareele oceanice teoretice și mareele scoarței pământești. Deci, globul pământesc are o oarecare elasticitate și s'a putut stabili că scoarța prezintă o rigiditate apropiată de aceea a oțelului.

Experiența asupra pendulului a condus la acelaș rezultat;

atracțiunile Soarelui și ale Lunei trebuie să devieze ușor direcția firului cu plumb, a verticalei. În ipoteza unui Pământ rigid, se calculează ușor această deviație. Dar, amplitudinea constatată a deviației nu este decât $\frac{2}{3}$ din valoarea sa teoretică, de unde rezultă o nouă probă de elasticitate a globului pământesc.

În rezumat, din studiul mareelor și acela al variațiilor periodice ale verticalei, rezultă că globul pământesc se comportă ca un corp elastic de o rigiditate destul de ridicată.

MIȘCAREA PĂMÂNTULUI ÎN JURUL SOARELUI.

48. **Ecliptica.** Dacă observăm seara, către regiunea unde apune Soarele, constelațiile care apun imediat după el, vedem că ele variază în cursul anului și sunt, în ianuarie *Săgetătorul*, în februarie *Vărsătorul*, în martie *Pești*, în aprilie *Berbecule*, în mai *Taurul*, etc.

Soarele, afară de mișcarea lui aparentă zilnică, care se datorește de fapt rotației Pământului și care produce succesiunea zilelor și nopților, *pare* deci că se deplasează printre stele în cursul anului.

Măsurând ascensiunea dreaptă și declinația centrului Soarelui în fiecare zi când Soarele trece la meridian, să așezăm pozițiile obținute pe un glob care să reprezinte sfera cerească și pe care să fie tras ecuatorul EE' și punctul de origină a ascensiunilor drepte (Fig 37). Unind aceste poziții S, S', S'' ..., se obține un cerc mare $\gamma\Omega\gamma'$, așezat într'un plan înclinat pe ecuator cu $23^0 27'$ și care se numește *ecliptică*; este numit astfel, căci eclipsele se produc numai atunci când Luna este în apropierea acestui plan.

Vedem deci că Soarele pare că se învârtă în jurul Pământului, ecliptica fiind drumul aparent al Soarelui pe sfera cerească.

Ecliptica taie ecuatorul în două puncte γ , și Ω , numite *echinocții*. Punctul γ se numește *echinocțiu de primăvară* (21 martie), sau *punct vernal*, cel opus se numește *echinocțiu de toamnă* (24 septembrie).

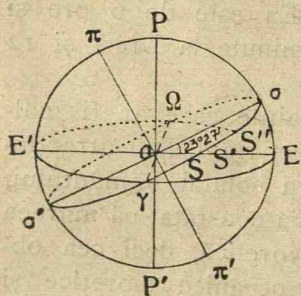


Fig. 37.

Punctul σ , unde Soarele ajunge să aibă declinațiunea cea mai mare, de $23^{\circ} 27'$, se numește *solstițiu de vară* (22 iunie), iar punctul opus σ' se zice *solstițiu de iarnă* (23 decembrie). Dreapta $\sigma\sigma'$ se numește linia solstițiilor. Vom vedea mai departe de ce s'au numit astfel.

Dreapta $\pi\pi'$, perpendiculară pe planul eclipticei se numește *axa eclipticei* și punctele π, π' *polii eclipticei*.

Se numește *an tropic* timpul cât îi trebuie Soarelui ca plecând dela echinocțiul de primăvară γ (punctul vernal) să ajungă din nou în acelaș punct. Anul tropic e împărțit în patru anotimpuri; *primăvara* este timpul ce trece de când Soarele pleacă dela echinocțiul de primăvară γ , până să ajungă la solstițiul de vară σ , *vara* este timpul ce trece pentru

ca Soarele să meargă dela σ la Ω (echinocțiul de toamnă); *toamna* este timpul cât Soarele merge dela Ω la τ' (solstițiul de iarnă) și *iarna* cât Soarele merge dela σ' la γ .

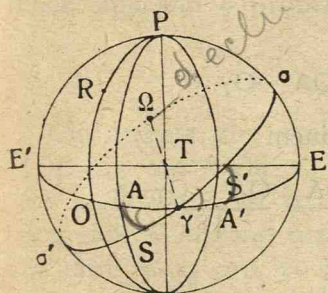


Fig. 38.

49. **Constelații zodiacale.** Dacă considerăm pe sfera cerească două cercuri paralele cu ecliptica, depărtate și de o parte și de alta cu 9° , ele determină o fâșie (o zonă) numită *Zodiac*, pe care se găsesc

12 *constelațiuni zodiacale*, printre care trece Soarele în mișcarea lui aparentă. Aceste constelațiuni se reprezintă fiecare prin câte un semn și au numirile următoare: *Berbecul, Taurul, Gemenii, Racul, Leul, Fecioara, Cumpăna* (balanța), *Scorpia, Săgetătorul, Capra* (capricorn), *Vărsătorul* și *Peștii*.

Aceste constelații se țin minte ușor cu următoarele două versuri latinești atribuite lui Ausoniu:

Sunt *Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces*.

50. **Determinarea punctului vernal.** Poziția punctului vernal γ pe ecuator va fi determinată, dacă vom cunoaște ascensiunea dreaptă a lui în raport cu o stea oarecare, de ex. cu steaua Rigel.

Dacă determinăm, câteva zile, între 18 și 23 martie, ascensiunea dreaptă și declinația Soarelui, vom vedea că într'una din zile, de ex. la 20 martie, declinația e australă și în ziua

Longitudinea dele punctul vernal
colimat. dele stele ecliptice

următoare, la 21 martie, ea devine boreală. În acest interval de timp (dela amiazi 20 martie până la amiazi 21 martie) Soarele a trecut la ecuator prin punctul γ .

Fie (Fig. 38) S și S' pozițiile Soarelui la 20 și 21 martie, la amiazi.

Cunoaștem, din determinările făcute, ascensiunile drepte OA și OA', precum și declinațiile $D=AS$ și $D'=A'S'$. Să calculăm pe $O\gamma$, ascensiunea dreaptă a lui γ .

Triunghiurile $A\gamma S$ și $\gamma A'S'$, pot fi considerate ca rectilinii fiindcă sunt formate din arce foarte mici; ele sunt asemenea și avem

$$\frac{A\gamma}{AS} = \frac{\gamma A'}{A'S'}$$

Însă

$$A\gamma = O\gamma - OA, \quad \gamma A' = OA' - O\gamma.$$

Înlocuind în relația de mai sus, obținem

$$\frac{O\gamma - OA}{AS} = \frac{OA' - O\gamma}{A'S'}, \quad \frac{O\gamma - OA}{D} = \frac{OA' - O\gamma}{D'}.$$

De unde

$$D'(O\gamma - OA) = D(OA' - O\gamma),$$

$$O\gamma (D + D') = D \cdot OA' + D' \cdot OA, \quad O\gamma = \frac{D \cdot OA' + D' \cdot OA}{D + D'}.$$

Cunoaștem $O\gamma$, adică ascensiunea dreaptă a punctului γ , și deci pozițiunea acestui punct e determinată. S'a găsit că ascensiunea dreaptă a punctului γ (vernal), în raport cu steaua Rigel, este de 5 ore, 42 minute, 12 secunde.

51. Determinarea momentului când Soarele trece la punctul vernal. Determinarea începutului primăverii. Pentru a afla momentul când Soarele trece la punctul vernal γ , trebuie să aflăm câte ore, minute și secunde i-a trebuit Soarelui să parcurgă spațiul $S\gamma$ (Fig. 38). Acest timp, adăugat la timpul când Soarele era în S, adică la 12 ore, 20 martie, ne va da momentul trecerei Soarelui la ecuator. Însemnând cu t și t' timpurile în care Soarele parcurge arcele $S\gamma$ și $\gamma S'$, vom avea, considerând că spațiile parcurse de Soare sunt

proporționale cu timpurile, în interval dela 20 martie la 21 martie,

$$\frac{t}{t'} = \frac{S\gamma}{\gamma S'}$$

Dar, din asemănarea triunghiurilor $AS\gamma$, $\gamma S'A'$, deducem

$$\frac{S\gamma}{\gamma S'} = \frac{SA}{S'A'}$$

de unde

$$\frac{t}{t'} = \frac{SA}{S'A'}$$

unde, aplicând o proprietate a proporțiilor, obținem

$$\frac{t}{t+t'} = \frac{SA}{SA+S'A'}$$

Din această din urmă egalitate scoatem valoarea lui t , căci $t+t'=24$ ore (dela 12 ore 20 martie la 12 ore 21 martie). SA e declinația la 20 martie și $SA+S'A'$ suma declinațiilor Soarelui. Adăugând acest timp t la acela când Soarele era în S , adică la 12 ore, 20 martie, obținem momentul când începe primăvara.

52. **Determinarea planului eclipticei** pe sfera cerească se face ușor după ce am aflat poziția punctului vernal γ (echinocțiul de primăvară) pe sfera cerească și înclinarea $23^0 27'$ a eclipticei pe ecuator. Poziția punctului γ se află când se știe ascensiunea dreaptă a lui, în raport cu steaua Rigel. Cu ajutorul formulei găsite (No. 50),

$$O\gamma = \frac{D.OA' + D'.OA}{D + D'}$$

s'a aflat că ascensiunea dreaptă a lui γ , față de steaua Rigel, este $O\gamma = 5$ ore, 42 m, 12 s. Pentru a o calcula în grade vom înmulți cu 15 și deci lungimea arcului $O\gamma$ fiind aflată, poziția punctului γ , este determinată și deci, odată cu aceasta, și linia $\Omega T\gamma$ (Fig. 38) a echinocțiilor e cunoscută.

Cunoaștem o linie $\Omega T\gamma$ din planul eclipticei; pentru a găsi chiar planul, e destul să cunoaștem înclinarea acestui plan pe ecuator. Aceasta se determină, măsurând declinația Soarelui la solstițiul de vară, la 22 iunie, căci atunci Soarele

fiind cel mai sus, declinația Soarelui este egală cu înclinarea planului eclipticei, și s'a găsit $23^{\circ} 27'$.

53. Punctul vernal luat ca origină a ascensiunilor drepte. Odată determinată poziția acestui punct, astronomii au convenit să-l aleagă ca origină a ascensiunilor drepte. Astfel că ascensiunea dreaptă a unei stele S fiind de 23 ore 55 minute 17,1 secunde în raport cu steaua Rigel, iar ascensiunea punctului vernal, tot în raport cu Rigel, fiind 5 ore 42 m 12 s, ascensiunea dreaptă a stelei S, în raport cu punctul vernal va fi egală cu diferența 23 ore 55 m 17,1 s — 5 ore 42 m 12 s ale ascensiunilor drepte ale stelei și punctului vernal în raport cu Rigel.

54. Punctul vernal luat ca origină a timpului sideral. Punctul γ neavând existență materială (el fiind intersecția ecuatorului cu ecliptica), pentru a-l lua ca origină a timpului sideral, va trebui să știm momentul când el trece la meridianul locului. Aceasta o facem astfel. Așezăm pendula siderală la zero ore în momentul când steaua Rigel trece la meridian, și când va arăta 5 ore, 42 m, 12 s. însemnează că atunci trece la meridian cercul orar al punctului vernal. Punem în acest moment pendula la zero ore și de aci înainte ea va arăta ora siderală după mersul punctului vernal.

55. Longitudinea și latitudinea cerească. Să ducem axa ecuatorului (Fig. 39) TP, axa eclipticei $T\pi$ și un cerc mare printr'un punct A de pe sferă și prin polul P al ecuatorului; luând ca origină a ascensiunilor drepte punctul γ , γD este ascensiunea dreaptă a punctului A și DA declinația lui. Dacă acum ducem prin A un cerc mare, care să treacă prin polul π al eclipticei, poziția punctului A este cunoscută pe sfera cerească, când

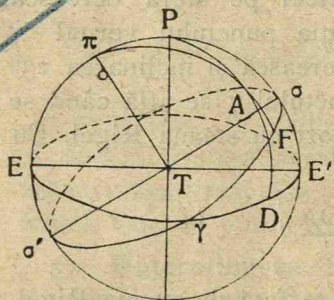


Fig. 39.

se cunosc distanțele γF , măsurată pe ecliptică și FA, dela ecliptică la punctul A. γF se numește *longitudine cerească*, iar FA *latitudine cerească*.

Longitudinea și latitudinea cerească formează un sistem de coordonate, prin care putem determina pozițiunea punctelor de pe sfera cerească și care sunt întrebuințate în unele ca-

zuri cu mai mult folos decât ascensiunea și declinația. Când se cunosc ascensiunea dreaptă și declinația unei astre, se pot afla longitudinea și latitudinea.

56. Probe de mișcarea Pământului în jurul Soarelui.
Fie că Soarele se învârtă în jurul Pământului, fie că Pă-

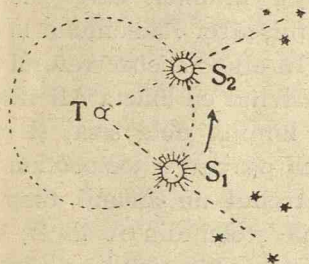


Fig. 40.

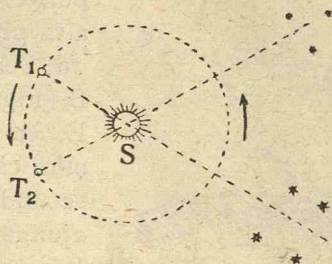


Fig. 41.

mântul se învârtă în jurul Soarelui, în acelaș sens, aparențele sunt aceleași. În adevăr, dacă Soarele s'ar mișca în jurul Pământului T fix dela S_1 la S_2 (Fig. 40), el va fi văzut de observatorul fix T în dreptul acelorași constelațiuni, ca și în cazul când Soarele ar fi fix în S (Fig. 41) și observatorul s'ar mișca din T_1 în T_2 .

S'a dovedit însă că Pământul se învârtă în jurul Soarelui. Aceste probe sunt următoarele.

1) Observatorul din T_1 (Fig. 42) privind o stea fixă E, o vede proiectată pe sfera cerească în E_1 ;

observatorul mișcându-se în jurul Soarelui S, după șase luni ajunge în T_2 , de unde privind aceeaș stea, o vede proiectată pe sfera cerească în E_2 . Jumătatea unghiului T_1ET_2 se zice *paralaxa* stelei E. Pământul mișcându-se în jurul Soarelui, steaua proiectată va părea că descrie pe sfera cerească o mică curbă în acelaș sens ca acela al mișcării Pământului în jurul Soarelui. Preciziunile cercetărilor moderne au dovedit că stelele descriu în mod aparent mici curbe (elipse), pe sfera cerească, fapt ce nu poate să aibă loc decât în cazul când Pă-

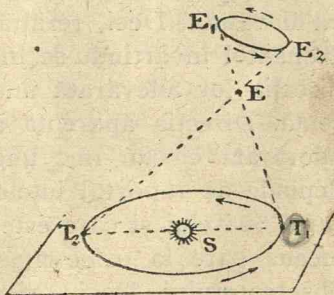


Fig. 42.

mântul se învârteste în jurul Soarelui. Mărimea paralaxei depinde de distanța steii considerate și este foarte mic chiar pentru stelele cele mai apropiate, mai mic decât $1''$ (o secundă de arc).

2) Cercetările fără succes, asupra paralaxei, ale astronomilor din secolul al XVII, au condus însă la o nouă descoperire, *aberația luminei*, care este o

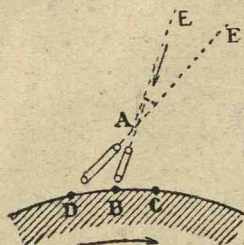


Fig. 43.

altă probă a mișcării Pământului în jurul Soarelui. În adevăr, observatorul din B (Fig. 43) privind cu luneta AB steaua E, va primi lumina dela stea, și cum știm că lumina parcurge 300.000 km. pe secundă, va trebui un anumit timp să ajungă lumina steii din A în B; dar Pământul mișcându-se în jurul Soarelui, în acest timp observatorul din B

ajunge în C, și raza luminoasă ajunge în B când ochiul observatorului nu mai este acolo. Dacă însă dăm lunetei direcția AD astfel ca $DB=BC$, observatorul plecat din D și raza luminoasă plecată din A, vor ajunge în același timp în B și astra va fi văzută. Deci, rezultă, cum a arătat *Bradley* în 1729, că Pământul învârtindu-se în jurul Soarelui, nu vedem stelele în direcția lor adevărată unde se găsesc, ci într-o direcție aparentă. Direcția aparentă a unei stele diferă deci de direcția adevărată cu un mic unghi, numit unghi de aberație, care depinde de raportul vitezei luminei și aceea a Pământului în jurul Soarelui și care este 30 kilometri pe secundă. Mai mult, steaua pare la orice moment deplasată paralel cu mișcarea observatorului. Deci, orice stea pare că descrie pe sfera cerească, în cursul anului, o mică curbă (elipsă), care este în legătură cu drumul descris de Pământ în jurul Soarelui, fapt care s'a dovedit. Acest fenomen al *aberației* nu depinde de distanța stelelor de Pământ; depărtarea maximă între pozițiile adevărate și cele aparente, care este aceeași pentru toate stelele, este văzută din Pământ sub un unghi de $20''$.

Aberația luminei este deci o nouă probă de mișcarea Pământului în jurul Soarelui, care nu se poate explica de cât combinând viteza Pământului în jurul Soarelui și viteza luminei. Un exemplu de compunere de mișcări, îl avem observând că

dacă plouă, cu cât mergem mai repede, cu atât trebuie să ținem mai înclinată umbrela.

Din cele expuse mai sus, rezultă că Soarele este fix și că Pământul se mișcă în jurul Soarelui în planul eclipticei. Timpul în care Pământul face ocolul în jurul Soarelui este *anul tropic* și are 365,24 zile mijlocii aproape.

57. Forma orbitei descrisă de Pământ în jurul Soarelui. Intâia lege a lui Kepler.

Dacă măsurăm diametrul aparent al Soarelui (Fig. 44), adică unghiul ATB sub care se vede

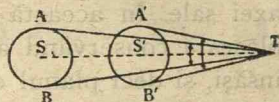


Fig. 44.

Soarele, în fiecare zi, timp de un an, vedem că diametrul aparent variază și ajunge la valoarea cea mai mare pe la 1 ianuarie, când e de $32'36''$, apoi descrește mereu până la 1 iulie, când e de $31'32''$, apoi iarăși crește până la 1 ianuarie. Se știe însă, că noi vedem un obiect cu atât mai mic cu cât e mai departe; deci Pământul nu rămâne tot timpul la aceeași distanță de Soare, astfel că drumul urmat de Pământ în jurul Soarelui nu este un cerc.

Pentru a afla adevărata formă a orbitei, să măsurăm diametrele aparente Δ , Δ' , Δ'' ale Soarelui în mai multe zile consecutive și să însemnăm cu d , d' , d'' distanțele Pământului de Soare corespunzătoare acelor zile. Cum diametrul aparent al Soarelui variază în raport invers cu depărtarea d , urmează

$$\frac{d'}{d} = \frac{\Delta}{\Delta'}, \quad \frac{d''}{d} = \frac{\Delta}{\Delta''}, \dots,$$

de unde

$$d' = \frac{\Delta}{\Delta'} d, \quad d'' = \frac{\Delta}{\Delta''} d, \dots,$$

Luând pentru d o lungime după voe, vom afla pe d' , d'' , ..., căci Δ , Δ' , Δ'' , ... sunt măsurate.

Măsurând longitudinea Soarelui S în zilele respective, putem afla direcțiile ST , ST' , ST'' în care se află Pământul pe planul eclipticei; luând apoi pe aceste direcții lungimi ST , ST' , ST'' , ..., egale cu d , d' , d'' , ..., și unind punctele T , T' , T'' , ... cu o trăsătură continuă, obținem o curbă numită

$$= \frac{a^3}{t^{1/2}} = \frac{a^{11/2}}{t^{1/2}} = \text{Const}$$

elipsă⁽¹⁾. Deci orbita descrisă de Pământ în jurul Soarelui este o elipsă, Soarele fiind într'unul din focarele elipsei. Aceasta este întâia lege a lui Kepler.

Excentricitatea acestei elipse este foarte mică, $\frac{1}{60}$, astfel că orbita diferă puțin de un cerc. Pământul se mișcă în jurul Soarelui în sens direct, sensul rotației Pământului în jurul axei sale. În această mișcare linia polilor pământești se deplasează conservând aceeași direcție, rămânând paralelă cu ea însăși, și deci planul ecuatorului pământesc rămâne paralel cu el însăși. Vom vedea că distanța mijlocie a Pământului de Soare este de 23400 ori mai mare ca raza pământească, ceea ce face 150 milioane de kilometri. Orbita descrisă de Pământ fiind aproape un cerc, lungimea sa este egală cu $2\pi \times 150.000.000$ kilometri, adică 942 milioane kilometri. Cum într'o zi sunt $24 \times 60 \times 60 = 86400$ secunde, într'un an tropic

(¹) Elipsa e o curbă închisă, ale cărei puncte se bucură de proprietatea că suma distanțelor la două puncte fixe, numite focare, este aceeași pentru toate punctele curbei, Așa (fig. 45)

$$MF + MF' = M'F + M'F' = M''F + M''F'.$$

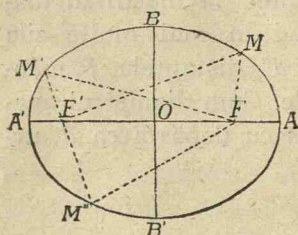
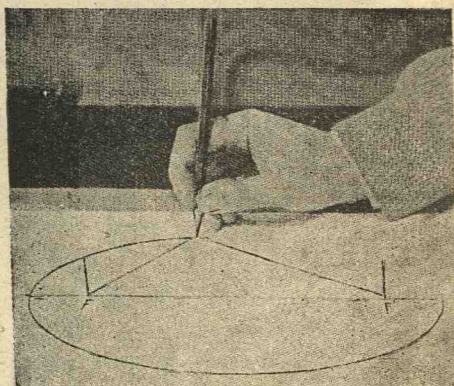


Fig. 45.

Dreapta AA', care trece prin cele două focare și se mărginește la curbă se numește *axa mare* a elipsei, iar extremitățile ei A și A' se numesc *vârfulurile elipsei*; punctul O, mijlocul distanței celor două focare, este *centrul elipsei*; perpendiculara BB', pe axa mare, trecând prin centru se numește *axa mică*. Dreapta FM, care unește un focar cu un punct al curbei, se numește *rază vectoroară*. Suma distanțelor unui punct al curbei la cele două focare este egală cu axa mare. Raportul dintre distanța FF' și suma constantă $MF + MF'$ se zice *excentricitate*. Cu cât excentricitatea este mai mică cu atât elipsa diferă mai puțin de cerc.



Tragerea elipsei cu un creion, cu ajutorul unui fir întins.

sunt de 365,24 ori mai multe, aproape 31.557.000 secunde. Prin urmare, dacă în 31.557.000 secunde Pământul descrie orbita sa de 942.500.000 km., într-o secundă Pământul se mișcă cu

$$\frac{942.500.000}{31.557.000} = 30 \text{ Kilometri aproape.}$$

Deci iuțeala Pământului în jurul Soarelui este de 30 kilometri pe secundă.

58. **Legea ariilor. A doua lege a lui Kepler.** Dacă măsurăm unghiurile descrise de raza vectoră (dusă dela Soare la Pământ) în interval de o zi siderală, adică iuțelile unghiulare ale Pământului în fiecare zi, vedem că ele variază și sunt mai mari când Pământul e mai aproape de Soare; adică Pământul se mișcă mai repede iarna și mai încet vara. S'a observat, mai mult, că iuțeala unghiulară a Pământului variază direct cu pătratul diametrului aparent al Soarelui; și de oarece diametrul aparent variază în raport invers cu distanța dela Pământ la Soare, urmează că iuțeala unghiulară a Pământului variază în raport invers cu pătratul distanței dela Pământ la Soare.

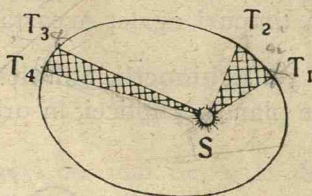


Fig. 46.

Fie (Fig. 46) T_1 și T_3 pozițiile Pământului la două epoci ale anului și $d = ST_1$, $d' = ST_3$ distanțele lui de Soare; unghiurile $T_1ST_2 = a$, $T_3ST_4 = a'$, descrise de razele vectoriale, într-o zi siderală, sunt iuțelile unghiulare ale Pământului la aceste două epoci. Am văzut că iuțelile unghiulare variază invers cu pătratele distanțelor de la Soare la Pământ; vom avea deci

de unde *Legea ariilor* $\frac{a}{a'} = \frac{d'^2}{d^2}$; Invers prop. cu patr. dist.

(I) $a \cdot d^2 = a' \cdot d'^2$.

Însă, în timp de o zi siderală sectoarele T_1ST_2 , T_3ST_4 pot fi considerate ca sectoare circulare și deci suprafețele lor vor fi egale cu

(II) $T_1ST_2 = \frac{\pi d^2 a}{360}$, $T_3ST_4 = \frac{\pi d'^2 a'}{360}$.

Înmulțind relația (I) cu $\frac{\pi}{360}$, avem

$$\frac{\pi a^2 a}{360} = \frac{\pi d'^2 a'}{360}$$

Observând relația (II), deducem

$$\text{Supr. } T_1ST_2 = \text{Supr. } T_3ST_4$$

Prin urmare, suprafețele (ariile) descrise în timpuri egale de raza (vectoare) ce unește Soarele cu Pământul sunt egale între ele. Astfel (Fig. 46), suprafețele T_1ST_2 , T_3ST_4 sunt egale între ele, dacă arcele T_1T_2 , T_3T_4 sunt descrise de Pământ în timpuri egale. Aceasta este a doua lege a lui Kepler.

59. **Echinocții. Solstiții.** Fie B poziția Pământului (Fig. 47), pe planul eclipticei, în orbita sa ce o descrie în jurul Soarelui,

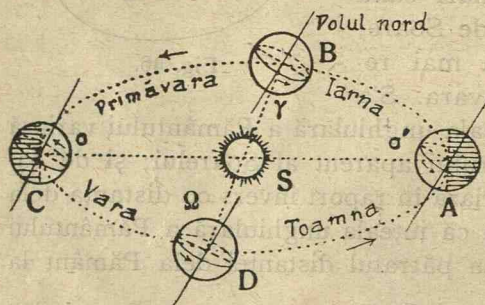


Fig. 47.

în momentul când centrul Soarelui este în planul ecuatorului pământesc, adică atunci când declinația Soarelui este zero (nulă). Intersecția BD a planului eclipticei cu planul ecuatorului pământesc, în acest moment, este *linia echinocțiilor* (No. 48) $\gamma\Omega$, Dreapta CA, din planul eclipticei, dusă prin centrul Soarelui S, perpendiculară pe linia echinocțiilor este *linia solstițiilor* $\sigma\sigma'$. Când Pământul este în A (Fig. 47), Soarele se găsește în direcția lui σ' , *solstițiul de iarnă*. Pământul venind în B, Soarele este în direcția lui γ , *echinocțiul de primăvară*. Când Pământul vine în C, Soarele este în direcția lui σ , *solstițiul de vară*. În fine, în D, Soarele este în direcția punctului Ω , *echinocțiul de toamnă*. Când Pământul este în B și D, centrul Soarelui este în planul ecuatorului pământesc, declinația Soarelui este nulă; când Pământul este în C și A, declinația Soarelui este cea mai mare și cea mai mică, respectiv de $23^{\circ}27'$ și $-23^{\circ}27'$. Pe figurile 47 și 48 s'au pus semnele γ , σ , Ω , σ' , pentru a arăta momentele în care se vede Soarele, când Pământul se găsește în orbita sa în aceste timpuri (momente).

Linia solstițiilor $\sigma\sigma'$ (Fig. 48) face actualmente, în planul

eclipticei, un unghi de 11° și jumătate aproape, cu axa mare de simetrie a elipsei descrisă de Pământ în jurul Soarelui.

Vârful axei mari al elipsei cel mai apropiat de Soare se

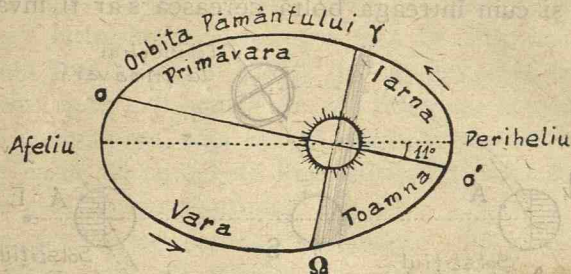


Fig. 48.

zice *periheliu* (Fig. 48), iar vârful opus cel mai depărtat de Soare se zice *afeliu*.

60. **Variația aspectului cerului.** Aspectul cerului înstelat într'un loc dat A al Pământului variază de la o seară la alta din cauza mișcării de translație a Pământului în jurul Soarelui.

Să considerăm mai întâi cazul când meridianul unui loc A (Fig. 49) întâlnește Soarele. Să observăm că este miezul nopții pentru

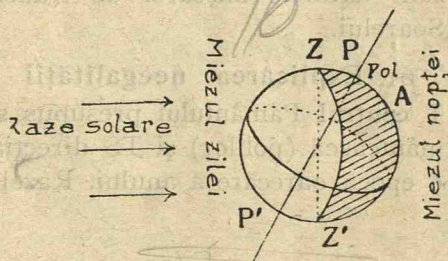


Fig 49.

toate locurile așezate pe jumătatea ZAZ' (Fig. 49) a meridianului locului A, iar pentru toate locurile de pe jumătatea meridianului ce este în fața Soarelui, este miezul zilei (amiază).

Să presupunem acum că, la solstițiul de iarnă, o stea E este întâlnită la miezul nopții (ora 24) de meridianul locului A (Fig. 50). Pământul mișcându-se în jurul Soarelui S, meridianul locului A care ia parte la mișcarea diurnă, va întâlni steaua E la o oră solară din ce în ce mai puțin târzie, și la echinocțiul de primăvară o va întâlni către ora 18.

Pământul venind la solstițiul de vară, steaua E văzută în aceeași direcție ca și Soarele, va fi în meridianul locului A la miezul zilei, etc. Urmează că stelele nefiind vizibile de cât numai din momentul când Soarele nu ne mai luminează, nu vom

mai vedea stelele care întâlnesc meridianul nostru în timpul zilei. Prin urmare, aspectul cerului instelat, observat la aceeași oră solară, variază de la o noapte la alta, într'un mod continuu, ca și cum întreaga boltă cerească s'ar fi învârtit de la

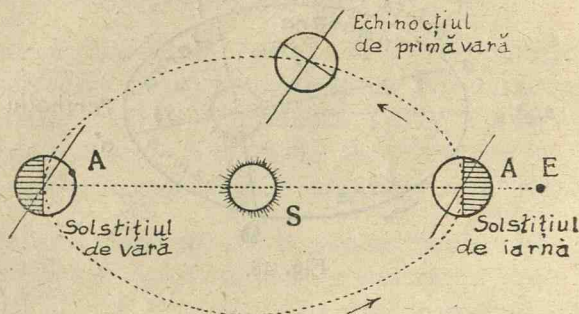


Fig. 50.

est la vest. Aceste aparențe se reproduc la sfârșitul unui an și sunt datorite mișcării de translație a Pământului în jurul Soarelui.

61. Explicarea neegalității zilelor și a nopților. Fie T centrul Pământului presupus sferic (Fig. 51), PP' axa pământescă (polilor) și TS direcția Soarelui (razelor solare) la o epocă oarecare a anului. Razele solare sunt paralele cu TS

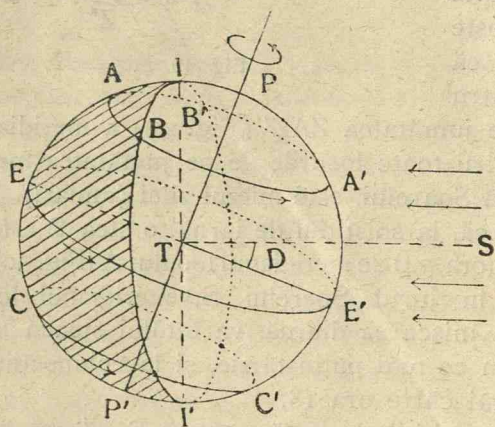


Fig. 51.

și cele tangente la suprafața Pământului determină un cerc mare de contact II' care este perpendicular pe direcția TS și împarte globul pământesc în două emisfere egale, una luminată, cealaltă în întuneric. Cercul II' este zis *cerc de iluminare*.

Este zi pentru toate locurile emisferei luminate și noapte pentru locurile celeilalte emisfere. Polul nord și locurile vecine se găsesc în emisfera luminată de Soare, acolo avem zi continuă

timp de mai multe zile. La o latitudine mai mică, pe paralelul AA' , va fi zi atât timp cât acel loc din cauza mișcării de rotație a Pământului, va descrie arcul de cerc $BA'B'$ și va fi noapte dealungul arcului $B'AB$. Deci, la epoca considerată a anului, când latitudinea Soarelui a fost D (Fig. 51), în emisfera boreală ziua este mai lungă de cât noaptea; în emisfera australă, ziua este mai scurtă de cât noaptea; la ecuator, ziua este egală cu noaptea, căci cercul ecuatorului este împărțit în două părți egale de cercul de iluminare. La polul sud și locurile vecine este noapte continuă.

Deci, în acelaș loc (afară de ecuator), în cursul anului, zilele nu sunt egale cu nopțile, și durata lor depinde de declinația Soarelui, adică de epoca anului; de altfel, la aceeaș epocă, durata zilei depinde de latitudinea locului. Putem explica aceste neegalități ale zilelor și nopților considerând Pământul în diferitele sale poziții în jurul Soarelui.

La echinocții (Fig. 47 și 52) declinația Soarelui este nulă, razele solare se propagă paralel cu linia echinocțiilor. Cercul de iluminare II' trece prin linia polurilor și împarte în două părți egale paralelele $ABA'B'$. În orice punct al Pământului durata zilei este egală cu aceea a nopții, de unde și numele de echinocții.

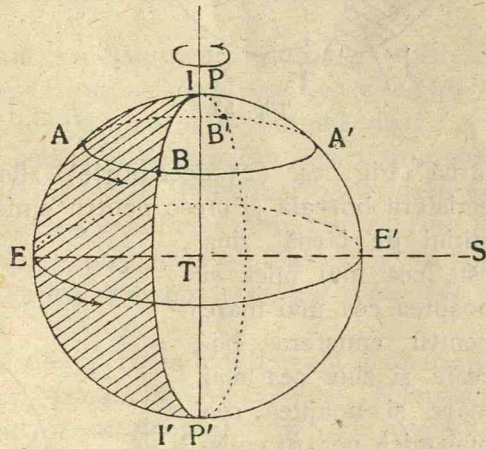


Fig. 52.

De la un echinocțiu

la solstițiul următor, declinația Soarelui crește de la 0° la $23^{\circ} 27'$, și deci unghiul planului cercului de iluminare cu linia polilor va crește în acelaș sens; rezultă că acest cerc nu mai împarte în părți egale paralelele pământești (afară de ecuator), zilele nu mai sunt egale cu nopțile.

Presupunând declinația Soarelui boreală (primăvara), se vede (Fig. 51), că pentru locurile Pământului din emisfera nord, ziua este mai mare ca noaptea, și că din contră noaptea

Scu. Coenaru
cl. VII a liceală
secta Literară
Liceul Al. Popovici
Tg. Mureș 1934-35

este mai mare ca ziua pentru locurile din emisfera sud. Mai mult, toate locurile, ale căror paralele sunt situate între P și I, adică a căror latitudine boreală este mai mare ca 90° —D, nu au noapte; din contră, pentru locurile emisferei de sud, pe paralelele cuprinse între punctele P' și I' este numai noapte.

Deci, de la echinocliul de primăvară la solstițiul de vară,

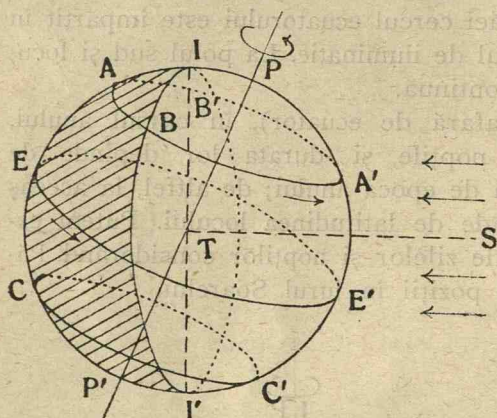


Fig. 53.

zilele cresc pentru emisfera nord și se micșorează pentru emisfera sud. La solstițiul de vară (Fig. 53) (22 iunie) ziua este cea mai mare și noaptea cea mai mică pentru emisfera boreală, și noaptea cea mai mare și ziua cea mai mică pentru emisfera australă.

De la echinocliul de toamnă la solstițiul de

iarnă (Fig. 54) (23 decembrie), zilele se micșorează pentru emisfera boreală și cresc pentru emisfera australă, iar la solstițiul de iarnă ziua este cea mai mică și noaptea cea mai mare pentru emisfera boreală și ziua cea mai mare și noaptea cea mai mică pentru emisfera australă.

De la un solstițiu la echinocliul următor, declinația D a Soarelui se micșorează în valoare absolută și se vede că de la solstițiul de vară la echinocliul de toamnă zilele se micșorează pentru emisfera de nord și cresc pentru emisfera de sud, dar pentru locurile din emis-

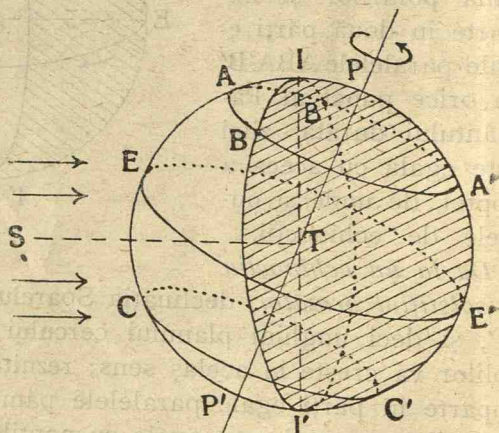


Fig. 54.

și cresc pentru emisfera de sud, dar pentru locurile din emis-

fera de nord zilele sunt mai lungi ca nopțile, până la echinocțiul de toamnă când zilele sunt egale cu nopțile. De la solstițiul de iarnă la echinocțiul de primăvară zilele cresc pentru emisfera de nord și scad pentru emisfera de sud, dar pentru emisfera boreală tot zilele sunt mai scurte ca nopțile, până la echinocțiul de primăvară când zilele sunt egale cu nopțile.

În rezumat, în regiunile noastre de ex., ziua crește de la solstițiul de iarnă (23 decembrie) până la solstițiul de vară (22 iunie), apoi scade; zilele sunt egale cu nopțile la echinocții (21 martie și 21 septembrie).



Soarele de miezul nopții, latitudinea de 70° .

Fenomenele sunt inverse pentru locurile emisferei australe. Pentru locuri de latitudine egală $90^{\circ} - 23^{\circ}27' = 66^{\circ}33'$, cum este în Hamarfest (Suedia), avem zi continuă de 24 ore (o zi și o noapte), iar la solstițiul de iarnă, avem noapte continuă de 24 ore. Pentru locuri de latitudine superioară la $90^{\circ} - 23^{\circ}27' = 66^{\circ}33'$, avem zi continuă mai multe zile la solstițiul de vară și noapte continuă mai multe zile la solstițiul de iarnă; la polul nord, avem zi continuă șase luni și noapte continuă șase luni.

62. Zone. Paralelele de $66^{\circ}33'$ latitudine boreală și australă, numite cercuri polare, și paralelele de $23^{\circ}27'$ latitudine numite tropicul cancerului și capricornului, împart suprafața Pământului în cinci zone (Fig. 55).

Zona toridă, cuprinsă între cele două tropice, unde temperatura este cea mai ridicată, fiindcă razele Soarelui în tot timpul anului cad aproape perpendicular pe locurile din această regiune.

Zonele temperate, cuprinse între tropice și cercurile polare, una în emisfera boreală și alta în cea australă. Aci căldura este mai potrivită, razele Soarelui căzând ceva mai înclinat pe suprafața acestor regiuni. Variația anotimpurilor este mai pronunțată decât în zona toridă.

Zonele glaciale cuprinse între pol și cercurile polare. Aici temperatura este în tot timpul anului mai mult scăzută, fiindcă razele Soarelui cad foarte oblic pentru aceste regiuni.



Fig. 55.

Durata acestor anotimpuri nu este egală din următoarele cauze. 1) Orbita Pământului (Fig. 48) în jurul Soarelui este o elipsă și Soarele ocupă unul din focare iar nu centrul elipsei. 2) Linia solstițiilor este înclinată cu 11° și jumătate aproape pe axa mare a elipsei. 3) Legea ariilor face ca duratele anotimpurilor să fie proporționale cu suprafețele $\sigma'S\gamma$, $\sigma S\Omega$, $\Omega S\gamma'$.

Duratele anotimpurilor sunt următoarele: primăvara 92 zile 20 ore, vara 93 zile 15 ore, toamna 89 zile 19 ore, iarna 90 zile. Aceste durate nu rămân absolut constante, căci un-

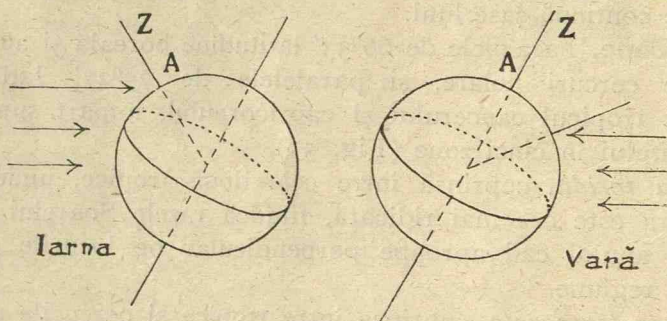


Fig. 56.

ghiul făcut de linia solstițiilor cu axa mare a elipsei variază foarte încet.

Clima acestor anotimpuri depinde de direcția razelor solare

în raport cu suprafața Pământului pe care o încălzesc, precum și de lungimea zilelor. Iarna, în ținuturile noastre, razele solare cad mai oblic pe Pământ ca vara (Fig. 56), deci produc mai puțină căldură. Mai mult, ziua fiind mai scurtă, cantitatea de căldură primită zilnic de Pământ va fi mai mică iarna de cât vara. Deși Pământul este mai aproape de Soare iarna de cât vara, această diferență de distanță este prea mică pentru a putea compensa influențele fundamentale expuse mai sus. De altfel, climatul unei regiuni depinde de un mare număr de împrejurări, cum sunt înălțimea locului, distribuția mărilor și uscatului, existența curenților marini, care schimbă mult condițiile pur astronomice.

64. **Variațiile direcției ecuatorului.** Am văzut că linia polilor pământești rămâne paralelă cu ea însăși în timpul mișcării de translație a Pământului în jurul Soarelui. Dar Pământul fiind turtit, poate fi asimilat cu o sferă înconjurată de o umflătură împrejurul ecuatorului (Fig. 57). Urmează deci că atracțiile Soarelui și mai ales a Lunei asupra Pământului se exercită mai mult

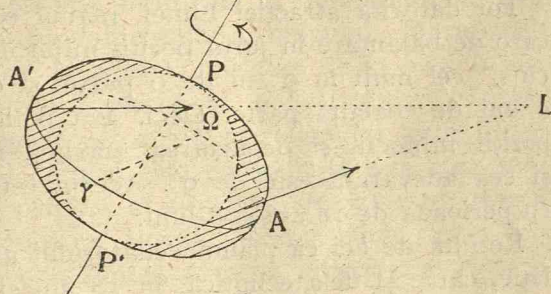


Fig. 57.

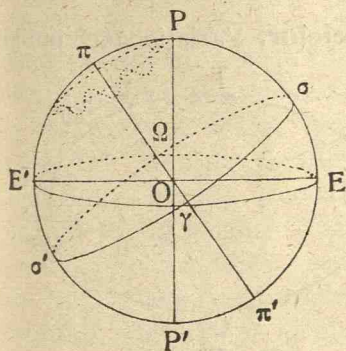


Fig. 58.

asupra acestei umflături care este mai aproape de aceste corpuri atractive și astfel globul pământesc tinde a se învârti în jurul linii echinoctiilor $\gamma\Omega$. Dar această rotație se compune cu rotația diurnă și de aci urmează că linia polilor descrie cu o mișcare uniformă un con circular în jurul axei $O\pi$ perpendiculară pe ecliptică (Fig. 58) în timp de 25800 ani, în sens

retrograd. Acesta este fenomenul *precesiei*.

Deci planul ecuatorului alunecă dealungul eclipticei, în sens

L. Căpănu
1911

Stoicescu

retrograd, și prin urmare linia echinoctiilor retrogradează pe ecliptică cu $50''$ aproape pe an. Adică, Pământul plecând din T_1 de la echinoctiul de primăvară γ_1 (Fig. 59), se mișcă în sens direct în jurul Soarelui; în acest timp, linia echinoctiilor (intersecția planului ecuatorului cu ecliptica) s'a deplasat puțin în sens retrograd și deci Pământul va întâlni din nou linia echinoctiilor în γ_2 adică va fi la echinoctiul de primăvară cel nou γ_2 înainte să-și fi făcut ocolul complet în jurul Soarelui.

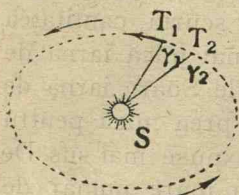


Fig. 59.

Noul echinoctiu γ_2 precede pe cel dintâi γ_1 , de aceea acest fenomen s'a numit *precesia echinoctiilor*. Acest fenomen a fost descoperit de *Hiparch* (130 ani înainte de Crist.).

Tot datorită atracției Lunei, planul ecuatorului are o mișcare de balanțare în jurul poziției mijlocii stabilită de precesie, cu $9''$ cel mult în 9 ani de o parte, și cu $9''$ cel mult tot în 9 ani de cealaltă parte. Deci, axa polilor oscilează în jurul poziției mijlocii, și depărtarea maximă între poziția mijlocie și cea adevărată este de $9''$. Acesta este fenomenul *nutației* cu perioada de 18 ani și 8 luni.

Rezultă de aci că planul ecuatorului are o mișcare de oscilație, către și dela ecliptică, în 18 ani și 8 luni în jurul unei poziții mijlocii, și că această poziție mijlocie alunecă dealungul eclipticei în 25800 de ani. Polul P va descrie pe bolta cerească o curbă (epicicloidă sferică) după cum se vede în fig. 58.

65. Deplasările aparente ale stelelor. Variația axei polilor pământenești produce modificări aparente în ce privește aspectul sferei cerești. În adevăr, axa polilor descriind un con în 25800 ani, va întâlni în calea sa diferite stele, care vor deveni pe rând stele polare. Direcția stelei polare α din Ursa mică, face actualmente un unghi de $10^{\circ}10'$ cu direcția axei de rotație a Pământului; acest unghi se va micșora până la o jumătate de grad aproape, valoare care

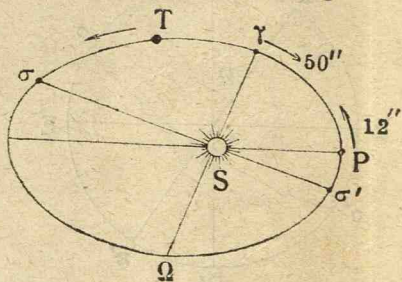


Fig. 60.

va micșora până la o jumătate de grad aproape, valoare care

va fi atinsă către anul 2100. Apoi unghiul celor două direcții va crește. Peste 3000 de ani va fi stea polară Altair din Acvila, iar peste 13000 ani, va fi steaua Vega din Lira.

66. **Variația duratei anotimpurilor.** Am văzut că din cauza precesiei, linia echinocțiilor se apropie de axa mare a orbitei pământești (Fig. 60). Dar și axa mare are o mișcare proprie, în sens direct, de $12''$ pe an; această mișcare e datorită atracțiunii planetelor asupra Pământului.

Prin urmare, direcțiile SP și S γ se apropie cu $62''$ pe an; ele vor coincide în 4800 ani aproape, și atunci durata ernei va fi egală cu a primăverii, și durata verei egală cu a toamnei.

MĂSURA TIMPULUI.

67. **Timp sideral.** Rotația uniformă a Pământului în jurul axei sale dă măsura fundamentală a timpului. Meridianele pământești, luând parte la această mișcare de la vest la est, trec succesiv prin fiecare punct al bolței cerești. Timpul dintre două treceri consecutive ale meridianului unui loc în fața unui punct fix al cerului este constant și este ziua siderală. Punctul ales ca origină al timpului sideral este punctul γ , echinocțiul de primăvara. Poziția acestui punct γ nu este fixă, dar retrogradarea sa zilnică datorită *precesiei* este neglijabilă și de altfel constantă și cunoscută.

Timpul sideral local este deci numărul de ore, minute secunde, socotite de la trecerea meridianului locului prin punctul γ . Acest timp se socotește de la 0 la 24 ore. Toate punctele globului pământesc care au aceeași longitudine, adică sunt situate pe același meridian, au deci la un moment dat aceeași oră siderală.

Fie OP axa de rotație a Pământului (Fig. 61) și 1, 2, 3, 4 ecuatorul. Când meridianul PA al locului G ocupă poziția 1 și trece și prin punctul γ , este ora zero siderală în G. Din cauza mișcării diurne a Pământului, meridianul locului G va ajunge în poziția 2; în acest moment sunt 6 ore siderale pentru locul G. Când meridianul lui G ajunge în 3, vor fi 12 ore siderale în G și așa mai departe.

Numai astronomii se servesc de timpul sideral, pe când în

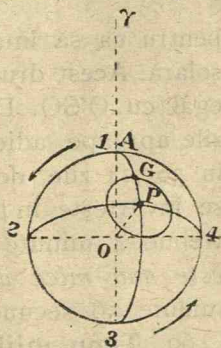


Fig. 61.

viața civilă măsura timpului este regulată pe mersul aparent al Soarelui, de fapt pe mișcarea Pământului în jurul Soarelui.

68. **Zi solară adevărată** este timpul între două treceri consecutive ale meridianului unui loc prin centrul Soarelui. Este miezul zilei adevărate când meridianul locului trece prin Soare.

Ziua solară adevărată este mai mare ca ziua siderală. În adevăr, să presupunem că Pământul este în poziția (I) (Fig. 62), când meridianul AGPB al locului G trece prin centrul Soarelui. Pe măsură ce Pământul se învâртеște în jurul axei sale, el se deplasează din O în O' în orbita sa. Când meridianul PA ocupă mâine poziția PA' în (II), Pământul s'a rotit complet în jurul său și ziua siderală este efectuată. Dar, meridianul trebuie să se rotească încă din A' în A₁

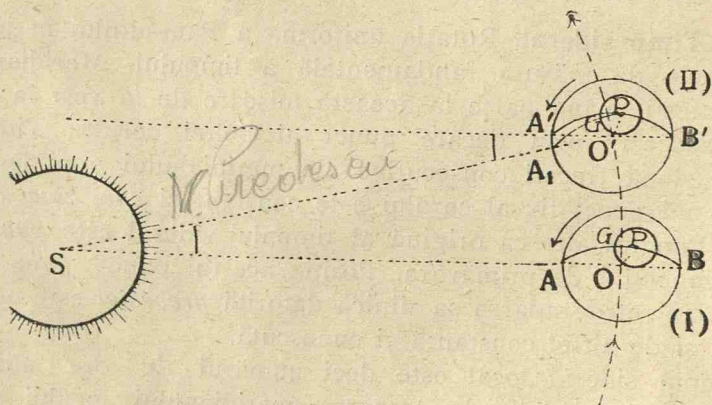


Fig. 62.

pentru ca să întâlnească Soarele și ca să se termine și ziua solară. Acest drum suplimentar corespunde rotației unui unghi egal cu $\angle O'SO$. Dar Pământul face ocolul Soarelui în 365,24 zile aproape, adică descrie un unghi de 360° în jurul Soarelui în 365,24 zile, deci mai puțin de 1° într-o zi. Cum Pământul se învâртеște în jurul său de 360° în 24 ore, urmează că îi trebuie 4 minute pentru a se roti cu 1° . Deci *ziua siderală este mai mică de cât ziua solară cu 4 minute aproape* (3 minute 56 secunde).

69. **Timp mijlociu.** Ziua solară adevărată n'are o durată constantă pentru următoarele cauze.

I. Să presupunem că Pământul se mișcă uniform în orbita sa în jurul Soarelui. În fiecare zi arcul A'A₁ [Fig. 62, (II) și Fig. 63] ar avea aceeași lungime, dar acest arc se află în

planul ecliptei și axa de rotație OP nu îi este perpendiculară; prin urmare, lungimea arcului $a'a_1$ (Fig. 63) interceptat pe planul ecuatorului variază în cursul anului, după poziția arcului $A'A_1$, pe ecliptică, adică după așezarea Pământului în orbita sa. Dar tocmai arcul $a'a_1$ măsoară timpul ce trebuie adăugat la ziua siderală constantă pentru a obține ziua solară adevărată. Deci, din cauza înclinării ecuatorului pe ecliptică, zilele solare nu sunt egale.

II. Mai mult, arcul $A'A_1$ (Fig. 63) pe care l'am presupus constant de la o zi la alta, nu are aceeași lungime, căci Pământul nu se mișcă uniform în orbita sa în jurul Soarelui, ci satisface la legea ariilor. Arcul zilnic descris de Pământ (Fig. 64) se lungeste, din cauza legei ariilor, de la epoca afeliu (punctul A al axei mari a orbitei pământești cel mai departat de Soare) până la periheliu (punctul P al axei mari cel mai apropiat de Soare).

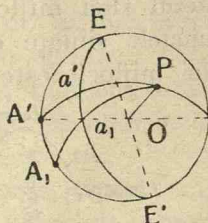


Fig. 63.

Din aceste două cauze, urmează că zilele solare nu sunt egale; diferența dintre două zile solare consecutive este cea mai mică către 16 septembrie și cea mai mare către 23 decembrie.



Fig. 64.

Ziua solară adevărată fiind de durată variabilă, nu poate fi luată ca unitate pentru măsura timpului; de aceea, astronomii au imaginat *ziua solară mijlocie*.

Pentru a determina ziua solară mijlocie, s'a făcut mijlocia duratelor unui foarte mare număr de zile solare adevărate, din mai mulți ani, și s'a găsit că este egală cu 24 ore 3 minute 55 secunde de timp sideral.

Ziua mijlocie se împarte în 60 minute mijlocii și fiecare minută în 60 secunde mijlocii. Secunda de timp mijlociu este unitatea legală de timp în sistemul c. g. s. (centimetru, gram, secuundă). Ceasornicele noastre arată timp mijlociu. Cum sunt 86400 secunde într'o zi, urmează că pendula unui orologiu perfect regulat, trebuie să facă 86400 oscilații într'o zi mijlocie, adică în 24 h. 3 m. 56 s", 55 de timp sideral.

Timpul fiind dat de mersul aparent al Soarelui pe ecliptică, pentru măsura timpului mijlociu s'a imaginat un Soare fictiv

care să se miște uniform; poziția acestui Soare închipuit nu se depărtează mult de Soarele adevărat. Astfel, diferența de timp dintre miezul zilei mijlocii și miezul zilei adevărate variază în cursul unui an și este de cel mult 16 minute, și miezul zilei mijlocii este când înaintea când în urma miezului zilei adevărate.

Figura 65 dă, cu aproximație de un minut, diferența dintre momentul miezului zilei mijlocii și acela al miezului zilei adevărate; această diferență se numește *ecuația timpului*. Punctele situate deasupra orizontalei corespund la epocile unde miezul zilei mijlocii este înaintea miezului zilei adevărate; punctele situate dedesubt corespund la epocile unde miezul zilei mijlocii este în urma miezului zilei adevărate. *Ecuația*

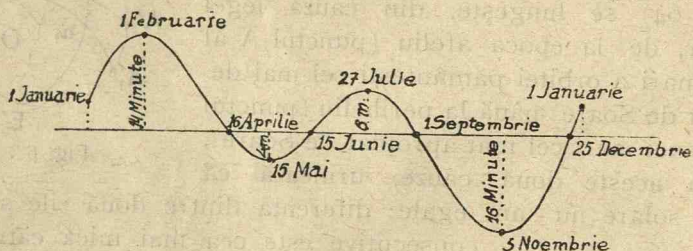


Fig. 65.

timpului este cea mai mare la 3 noiembrie, când miezul zilei adevărate este cu 16 minute înaintea miezului zilei mijlocii.

În viața civilă, *origina* zilei este *miezul nopții mijlocii* și orele se socotesc de la 0 la 24. Astronomii fixează începutul zilei solare mijlocii cu 12 ore mai târziu, adică miezul zilei mijlocii.

70. Ora legală. Ora mijlocie stabilită după cum am văzut mai sus este aceeași pentru toate localitățile situate pe același meridian, dar ea diferă de la un meridian la altul.

Pentru ușurința relațiilor, este bine de a avea, pe o mare suprafață a Pământului în interiorul unei țări, de ex., orologii care să dea în același moment aceeași oră. De aci s'a născut nevoia de a institui *timpul legal* și *fusele orare*, care se întrebuințează azi. Pentru aceasta, s'a împărțit suprafața globului pământesc în 24 fusuri, cuprinse fiecare între două meridiane care fac între ele un unghi de 15° . Primul fus are în mijloc meridianul care trece prin Observatorul astronomic din Greenwich (lângă Londra). Orice țară a cărei capitală e așezată

în primul fus are ca oră legală ora medie din Greenwich; aceasta e ora Europei occidentale. Astfel sunt Anglia, Franța, Belgia, Olanda, Luxemburg, Spania și Portugalia. Orice țară, a cărei capitală e situată în fusul al doilea, are ca oră legală ora Europei centrale, care e mai mare cu o oră decât cea din Greenwich. Elveția, Italia, Germania, Cehoslovacia, Austria, Danemarca, Norvegia, Suedia, Jugoslavia și Ungaria, au ora legală a Europei centrale. Ora Europei orientale a fost adoptată de România, Polonia, Bulgaria, Turcia Europeană și Egiptul.

Când trecem din România în Cehoslovacia, ora legală a acestei țări o găsim înapoi cu o oră, pentru că Cehoslovacia ține de Europa centrală, pe când noi ținem de Europa orientală și orele acestor două regiuni diferă cu o unitate.

În toate locurile de pe Pământ, în același moment, orologiile trebuie să arate aceeași minută și aceeași secundă, numai numărul orelor este deosebit, după fusul respectiv.

Determinarea exactă a orei, este o operație delicată care este realizată în Observatoarele astronomice. Dar, cu ajutorul telegrafiei fără fir, se poate să se transmită ușor ora exactă determinată de astronomi. De la 1910, Observatorul din Paris, legat cu stația radiotelegrafică din Turnul Eiffel, dă, de două ori pe zi, o serie de trei semnale orare și anume, dimineața la 10 h. 45 m., 10 h. 47 m., 10 h. 49 m.; seara, la 22 h. 45 m., 22 h. 47 m., 22 h. 49 m.

În timpurile vechi ora locală se determina cu ajutorul *cadranelor solare*. Pe un cerc material (de lemn sau carton), să tragem raze din 15 în 15 grade (Fig. 66) și să fixăm în centrul acestui cerc o axă perpendiculară pe acest cerc. Să așezăm această axă ca să fie în planul meridianului și în acest plan să o înclinăm până devine paralelă cu axa lumii, adică această axă să facă cu orizontul un unghi egal cu înălțimea h a polului deasupra orizontului. Când soarele trece la meridian, umbra tijei (stilului) va fi în planul vertical nord-sud, și raza în dreptul căreia va fi umbra va indica miezul zilei. Din cauza rotației Pământului, după o oră Pământul s'a învârtit

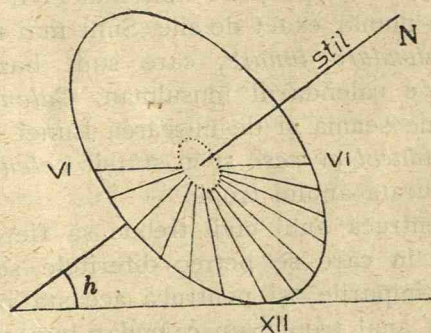


Fig 66
Principiul cadranelui ecuatorial.

Manu

cu 15^0 , umbra tijei va arăta ora 1 și așa mai departe. Acest cadran se zice ecuatorial, căci planul cercului orelor coincide cu ecuatorul ceresc. În timpul primăverii, verei, umbra se va proiecta pe suprafața superioară; toamna și iarna se citește ora pe fața inferioară.

71. **Durata anului tropic și anului sideral.** Am văzut că se numește an tropic, timpul cuprins între două treceri consecutive ale Soarelui la același echinocțiu, sau la același solstițiu. În vechime, când singurul instrument de observație era gnomonul, se observa trecerea Soarelui la unul din solstiții, atunci când Soarele, fiind la meridian, umbra gnomonului era cea mai mică, sau cea mai mare din tot timpul anului. Astfel au determinat cei vechi durata anului tropic de 365 zile. În timpurile moderne, determinându-se momentul trecerei Soarelui la același echinocțiu și făcându-se determinarea pentru un interval mare de ani, s'a găsit că durata anului tropic, în zile mijlocii, e de 365 z. 2422, sau 365 z. 5 ore, 48 m. și 46 s.

Durata anului sideral, adică timpul în care Soarele descrie pe ecliptică 360^0 , este egală cu durata anului tropic, mărită cu timpul în care Soarele descrie pe ecliptică un arc de $50''$ și se găsește 365, 256 zile solare mijlocii, sau 365 zile, 6 ore, 9 m. și 9 s.

Fiindcă de anul tropic depinde revenirea periodică a anotimpurilor și prin urmare după el se regulează lucrările agriculturii, el va servi de bază calendarului.

72. **Calendar.** Prin calendar se regulează durata anului civil și subîmpărțirile lui. Anul civil trebuie să fie format dintr'un număr exact de zile. Sunt mai multe feluri de calendare.

Calendare lunare, care sunt bazate pe mișcarea Lunei, cum e calendarul musulman. *Calendare luni-solare*, în care se ține seama și de mișcarea Lunei și de anul tropic, cum e *calendarul evreesc* și în sfârșit *calendare solare* bazate numai pe durata anului tropic.

Pentru că anul civil trebuie să fie în acord cu perioada de timp în care se petrec diferitele schimbări de temperatură (anotimpurile) și pentru că această perioadă de timp nu este decât anul tropic, un calendar bun trebuie să fie numai solar și trebuie să îndeplinească următoarele condițiuni: 1) Ca media mai multor ani civili să fie egală cu durata intervalului de același număr de ani tropici; 2) ca anii civili să difere între

ei cât se poate mai puțin și 3) ca numărul de zile cuprins în fiecare an civil să fie stabilit printr'o regulă simplă.

Primul calendar, care a satisfăcut mai bine aceste condițiuni, a fost instituit de *Iuliu Cezar* cu ajutorul astronomului grec din Alexandria, *Sosigene*, la anul 45 a. Ch.

Calendarul Iulian. Românii, la început, aveau un calendar lunar și anul era împărțit în 10 luni. *Numa Pompiliu* mai adăugă două luni, ianuarie și februarie. Mai târziu, pentru ca să pue în concordanță calendarul cu anotimpurile, se hotări ca să se adauge la fiecare doi ani, între 23 și 24 februarie, un număr de zile, care se fixa de pontifici.

Pontificii, pentru a apăra unele interese particulare, abuzară de puterea lor și ne mai ținând seamă de perioada anotimpurilor, aduseră o adevărată dezordine în calendar, încât sărbători de primăvară se celebrau în toamnă și cele de iarnă, vara.

Iuliu Cezar se hotări să pue capăt acestor abuzuri și, în calitate sa de mare pontifice și dictator, după sfatul astronomului *Sosigene*, care socotea că durata anului tropic este egală cu 365 z., 25, decretă, ca, din patru ani consecutivi, trei să fie de câte 365 zile și al patrulea 366 zile.

Luna februarie avea deci 28 z. sau 29 z., după cum anul este de 365, sau 366 z. (ziua complementară se adăuga între 23 și 24 februarie). Ziua de 24 februarie se numea, după modul cum socoteau ei zilele, *sexto (die) ante calendas Martias* (calendele erau primele zile din fiecare lună). Ziua cea adăugată a fost numită *bis sexto ante calendas Martias*, de unde a venit numirea de *bisextili* pentru anii de 366 zile.

Anul 753, dela fondarea Romei, s'a întâmplat să fie bisextil. Acest an a devenit era creștină, fiindcă atunci s'a fixat data nașterii lui Christ. Anii 1, 2, 3, după nașterea lui Christ. au fost deci ani ordinari de câte 365 zile, iar anul al patrulea bisextil. De aci înainte toți anii, din 4 în 4, adică toți *anii, al căror număr se împarte cu 4, au fost și vor fi bisextili*.

Diferența dintre anul civil Iulian și anul tropic este de $365,25 - 365,2422 = 0,0078$ z., ceeace face o greșală de 7,8 z. în 1000 ani, sau 3,12 z. în 400 de ani.

73. **Serbarea Paștelui.** Pe la începutul secolului al IV-lea d. Chr., biserica creștină simți trebuința de a stabili o normă după care să se sărbătorească de toată lumea creștină învierea

lui Christ., sau Paștele, cea mai mare sărbătoare a Creștinilor. De aceea, în marele Sinod convocat la Niceea la 325, la care au asistat 318 mari prelați din toată lumea creștină de atunci, s'a hotărât între alte chestiuni și această normă.

Ținându-se seamă că Christ. a celebrat, împreună cu apostolii săi, Paștele evreesc (libertatea din sclavia Egiptului) în seara de joi, când se făcea sacrificarea mielului la lumina lunei pline, apoi că vineri a fost crucificat și a expirat pe cruce, sâmbătă înmormântat și duminică a înviat; avându-se în vedere că luna plină, când cade paștele evreesc, era cea dintâi din primăvară, adică ea trebuia să coincidă, sau să vină după echinocliul de primăvară, considerând că în anul 325 când se ținea consiliul dela Niceea, *echinocliul de primăvară cădea la 21 martie* și cum membrii sinodului credeau că va cădea în toți anii la această dată, s'a hotărât că *Paștele să se sărbătorească în prima Duminică care vine îndată după luna plină ce cade după 20 martie*.

De aci a rezultat că Dumineca Paștelor să cadă între 22 martie și 25 aprilie, căci dacă luna plină se întâmplă să fie îndată după 20, adică la 21 martie și dacă totdeodată această zi este o sâmbătă, atunci a doua zi duminică la 22 martie va fi Paștele; dacă însă luna plină din martie vine tocmai la 20, trebuie să se aștepte luna plină următoare care vine a 30-a zi, adică la 18 aprilie; și dacă această zi va fi o duminică, atunci duminica următoare, adică la 25 aprilie, va fi Paștele.

Prima lună plină, echinocliul de primăvară, se zice *lună plină pascală*.

74. **Calendarul Gregorian.** Valoarea de 365,25 zile, atribuită de Sosigene anului civil, am văzut că este mai mare decât anul tropic și diferența se ridică la vre-o trei zile în timp de 400 ani. Peste câteva secole dela conciliul din Niceea, echinocliul de primăvară nu mai cădea la 21 martie și din această cauză nici serbarea Paștelui nu se mai făcea de toate bisericile în același timp. Socotindu-se trei ani consecutivi de câte 365 z. și al patrulea exact de 366, se făcea o eroare, și astfel s'a ajuns ca anul civil să înceapă cu 10 zile mai târziu ca cel adevărat (tropic).

Pe timpul papei *Gregorie al XIII-a* echinocliul astronomic cădea cu 10 zile înainte de 21 martie, adică la 11 martie. Papa Gregorie al XIII-lea, pentru a respecta deciziunile Sino-

dului ținut la Niceea, decise să corecteze calendarul. Servindu-se de sfaturile astronomilor Lilius și Clavius, hotărî mai întâi ca din anul 1582 să se suprimă 10 zile. Pentru aceasta, decretă că, a doua zi după joi, 4 octombrie, să se socotească vineri 15 octombrie. Cu modul acesta echinocțiul cădea tot la 21 martie, ca și pe timpul conciliului dela Niceea și se îndreptă și eroarea ce se făcuse din cauză că se luase exact anul de 365,25 zile.

Pentru ca eroarea să nu se mai ivească, admise ca mărime a anului civil 365 z. și 2425, care diferă de anul Iulian $(365 \text{ z. } 25) \text{ cu } 0,0075 \text{ z.} = \frac{3}{400} \text{ z.}$, adică 3 zile în 400 ani, de aceea ordonă să se suprimă trei zile în curs de 400 de ani și pentru ca suprimarea să se facă după o regulă simplă, dispuse ca trei ani seculari consecutivi, a căror sute nu se împart cu 4, să fie socotiți ca ani ordinari, iar al patrulea an secular, ale cărui sute se împart exact cu 4, să fie bisextil (de 366 zile).

Astfel, anul secular 1600, care a urmat după reformă, a fost bisextil, iar anii 1700, 1800, 1900 au fost ordinari. În calendarul Iulian, anii 1700, 1800, 1900 au fost bisextili, astfel încât noi, care am socotit timpul după calendarul Iulian am rămas în urmă cu încă 3 zile pe lângă cele zece cu care eram înapoi pe timpul Papei Grigorie XIII-lea.

În rezumat, în calendarul Gregorian se socotește timpul tot ca și în cel Iulian, adică anii sunt de câte 365, sau 366 zile și lunile sunt formate din acelaș număr de zile; deosebirile sunt numai că *datele calendarului nou sunt cu 13 zile mai înainte* și că *dintre anii seculari sunt bisextili numai aceea a căror sute se împart cu 4 exact.*

Reforma Gregoriană a fost primită în toate țările civilizate și e probabil că și celelalte state o vor adopta în curând, ne mai având motive să persiste într'un calendar neexact și diferit de al popoarelor civilizate.

Calendarul Iulian purta numele de *stil vechiu*, iar cel Gregorian, prin opoziție, poartă numele de *stil nou*. O dată în stil nou e cu 13 zile mai mare decât data aceleas zile în stil vechiu. De ex., ziua de 10 mai stil vechiu poartă data de 23 mai stil nou.

Poenaru Gh. Dumitru

cls. VII-a liceală, Secția Literară (Modernă)

lic. "Al. Popuț Ilarian"

Tg. Mureș

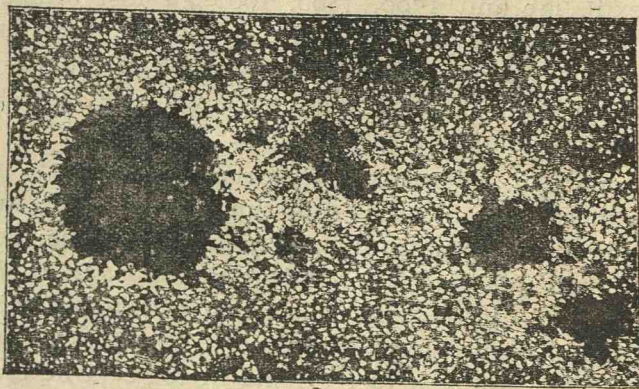
1934-1935

Tea Mitica Poenaru cl. VII-a liceală, Secția Literară (Modernă)
lic. "Al. Popuț Ilarian" Tg. Mureș 1934/1935

SOARELE.

75. **Structura generală.** Cu ajutorul lunetelor și telescoapelor puternice și cu ajutorul Spectroscopului, s'a arătat că Soarele este format dintr'un nucleu sferic central înconjurat concentric de patru învelișuri, care începând dela nucleu, sunt *fotosfera*, *învelișul absorbant al fotosferei*, *cromosfera* și *coroana*.

76. **Fotosfera** este suprafața luminoasă care înconjură nucleul și este singurul înveliș care se vede cu ochiul liber. Fo-



Suprafața Soarelui. Fotosfera, granulațiunea, pete.

tosfera observată cu instrumente puternice, prezintă un aspect granulos (floconos), particulele lichide sau solide care constituie aceste granulațiuni sunt la o temperatură foarte mare (în stare incandescentă) și par'că înoată într'un mediu gazos mai puțin luminos. Aceste granulațiuni constituiesc partea cea mai strălucitoare a Soarelui care ne luminează, și sunt de

fapt nori incandescenti eșind dintr'un mediu mai puțin luminos, având diametrul uneori mai mare ca o mîie de kilometri.

Adesea, acești nori incandescenti se strâng și formează părți extrem se luminoase numite *facule*. Sunt, însă, în fotosferă și părți mai puțin luminoase, care se zic *pete*. Unele pete de formă rotunjită au un diametru mai mare ca acel

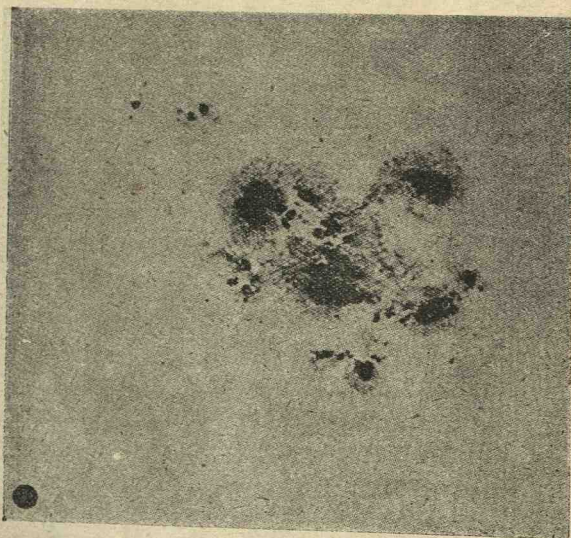


Fotografia directă a Soarelui
la Observatorul din Juvisy (24 Sept. 1917).

al Pământului și sunt înconjurate uneori de câte o faculă. Aspectul întunecat al petei este datorit temperaturii sale mai puțin ridicată decât aceea a mediului înconjurător. Petele prezintă o parte centrală umbrită, înconjurată de o penumbra; ele sunt constituite printr'o depresiune a suprafeței fotosferei. Penumbra nu este uniformă; ea este constituită în general din nori incandescenti ai fotosferei, care se strâng în

limbi de foc și converg către centrul petei. Petele solare au fost observate întâia oară de *Fabricius* la Witemberg și *Galileu* la Pisa, în 1611.

77. Rotația Soarelui. Petele și taculele se deplasează pe suprafața solară; ele apar la marginea orientală a discului solar, vin către partea mijlocie și dispar către marginea occidentală. Aceste deplasări ale petelor probează că Soarele are



Grupe de pete solare, 8 August 1917 (Observatorul Muntele Wilson). Jos la stânga Pământul cumpărat cu petele.

o mișcare de rotație în sens direct în jurul unei axe a sa, înclinată aproape cu 7° pe planul eclipticei.

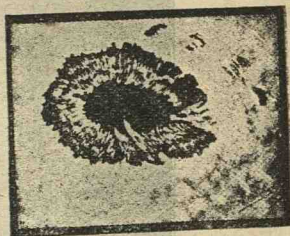
Dar Soarele nu se învârtește cu o mișcare egală în toate părțile sale ca un corp solid. Durata de rotație se mărește în mijlociu dela ecuatorul său la polii săi, variind dela 25 la 35 zile. De altfel, toate învelișurile Soarelui, iau parte la mișcarea de rotație, cu viteze diferite, după poziția lor. Păturile exterioare se mișcă mai repede ca învelișurile profunde dar cu mai multă uniformitate.

Pete solare se găsesc mai mult în două zone (numite zone regale), întinzându-se dela 5° la 30° de o parte și de alta a

ecuatorului său. Petele sunt temporare, fiecare din ele dispare după două sau trei revoluții în jurul axei Soarelui.

78. Periodicitatea petelor și faculelor. Numărul petelor și faculelor variază dela un an la altul. Apariția lor prezintă o periodicitate de 11 ani $\frac{1}{10}$ aproape. La o anumită epocă sunt puține pete; în timp de 3 sau 4 ani numărul lor se mărește, rămâne constant în timpul unui an, apoi descrește în timp de aproape 6 ani. Și pozițiile lor sunt în legătură cu această perioadă. Ele apar mai departe de ecuator după timpul când numărul lor este cel mai mic (un minimum) și apoi se apropie, și ciclul începe din nou.

S'a observat că activitatea solară este în strânsă legătură cu variația magnetismului pământesc, care prezintă fluctuațiuni, a căror perioadă este aproape 11 ani. Acul magnetic al unei busole nu este exact îndreptat către nordul geografic. La Paris, acul se depărtează în mijlociu cu 13^0 spre apus. Dar orientarea sa variază de dimineața până seara, înclinându-se mai mult către apus cu câteva minute



Tipul clasic al unei Pete solare.

de arc, la începutul zilei, și reluând apoi drumul său către răsărit. Acest fenomen regulat suferă întăriri și slăbiri periodice și chiar variații brusce. Aceste modifi cațiuni au aceeaș perioadă ca și fluctuațiunea petelor solare. S'a putut demonstra că activitatea Soarelui este însoțită de fenomene electrice, și s'a arătat că acestea provoacă perturbațiile periodice ale acului magnetic.

De asemenea, activitatea solară este în legătură și cu variația temperaturii Pământului și apariția *Aurorelor polare boreale*.

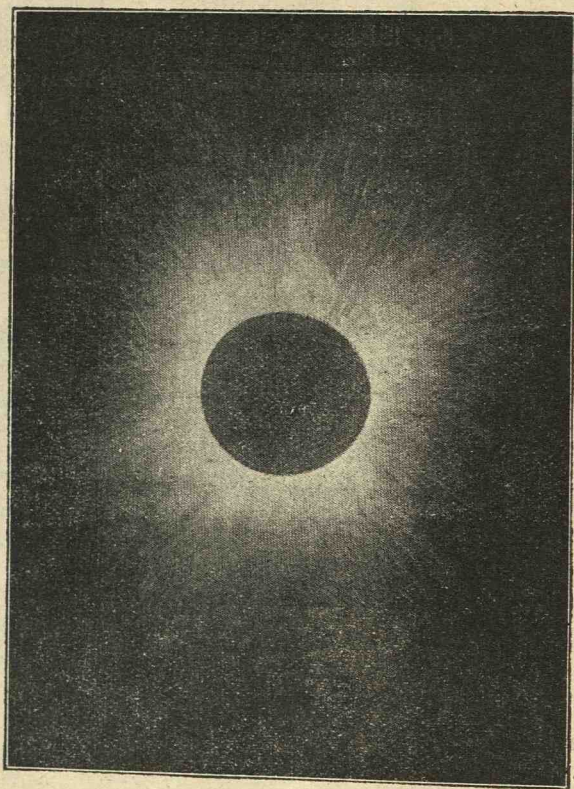
79. Invelișul absorbant al fotosferei. Structura Soarelui s'a studiat cu ajutorul *Analizei spectrale*. Cu *spectroscopul* ⁽¹⁾ se analizează lumina și are ca parte esențială o priză de sticlă (Fig. 67).

Când o rază luminoasă, emanând, dela un corp solid sau

(1) Imaginat în 1802 de Wollaston și perfecționat 13 ani mai târziu de Fraunhofer din Munich.

lichid, adus în stare incandescentă, traversează prisma, dă naștere la o bandă luminoasă continuă, un *spectru*, care seamănă cu curcubeul.

Dacă lumina provine dela un gaz sau vapori metalici în stare incandescentă, spectrul este discontinuu, pe un fond negru



Coroana Solară
în timpul eclipsei totale de Soare din 9 Mai 1929.
Fotografie obținută în stațiunea Poulo-Condore
(insulă) Indochina, de Misiunea Observatorului din
Strasbourg (Franța).

apar linii strălucitoare caracteristice corpului care le emite (Brewster, 1822); aceste linii spectrale variază prin culoarea și poziția lor, după natura chimică a sursei luminoase. Astfel, vaporii de sodiu dau două linii galbene (Fraunhofer).

Dacă acum se interpune un gaz incandescent mai puțin cald între prisma spectroscopului și o sursă luminoasă mai

caldă care provine dela un corp solid sau lichid (care știm că dă un spectru continuu), se obține un spectru discontinuu cu linii negre pe un fond luminos, razele negre ocupând exact locul unde acest gaz ar fi format liniile sale luminoase proprii în spectrul său. În cazul vaporilor de sodiu, spectrul prezintă două linii negre chiar în locul unde sodiul ar fi format

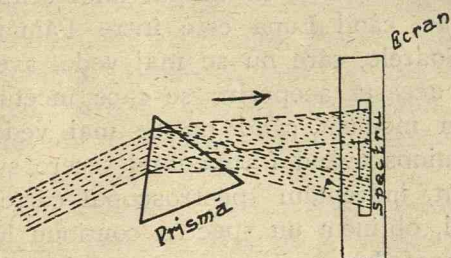
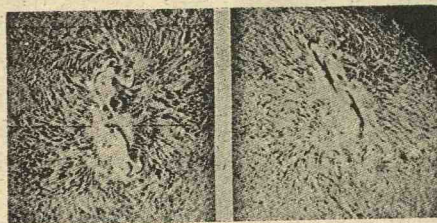


Fig. 67.

radiațiunile pe care este capabil a le emite și substitue radiațiunile sale proprii (Foucault, 1847).

Acesta este cazul Soarelui, al cărui spectru este brăzdat de linii negre, de unde rezultă la suprafața sa prezența unor învelișuri gazoase absorbante, a căror natură chimică a putut



Aspectele succesive ale unei pete solare,
în august 1915.

fi aflată, după natura și dispozițiunea liniilor negre ale spectrului, cu ajutorul *Analizei spectrale* fondată în 1868 de *Bunsen* și *Kirchhoff*.

S'a găsit astfel în Soare treizeci de elemente care se află și pe Pământ și anume calciu, fer, hidrogen, sodiu, nichel, magneziu, etc.; un alt element, helium, văzut în Soare în 1868, abia după 30 de ani, în 1895 a fost descoperit în Pământ.

Spectrul solar, adică al fotosferei, fiind luminos și brăzdat de linii negre, rezultă că fotosfera este formată din particule lichide sau solide incandescente producând fondul strălucitor al spectrului, iar liniile negre sunt datorite învelișului gazos absorbant care este mai puțin cald ca fotosfera.

Acest înveliș absorbant poate fi observat direct, o secundă sau cel mult două secunde, în timpul unei eclipse totale de Soare. În adevăr, când Luna este între Pământ și Soare, Luna acoperă Soarele, care nu se mai vede, avem o eclipsă de Soare. Dar această acoperire se face încetul cu încetul și ajunge la un moment când nu se mai vede din Soare decât un fir luminos având forma unei secere subțire. Dacă, în acest moment, îndreptăm spectroscopul către această regiune a soarelui, obținem un spectru continuu luminos brăzdat de linii negre; dar, în momentul exact când Luna ac-



Apariția învelișului absorbant, momentul formării spectrului fulger; apariția cromosferei și protuberanțelor.

peră complet Soarele, adică atunci când strălucește ultima rază solară, spectrul se stinge, se răstoarnă, adică este înlocuit cu un spectru negru cu linii strălucitoare divers colorate ocupând exact pozițiile liniilor negre ale spectrului precedent. Din cauza timpului așa de scurt în care se vede, acest spectru, se zice *spectru fulger*.

O secundă, sau o secundă și jumătate mai târziu, razele (liniile) strălucitoare dispar, afară de unele dintre ele care devin largi și constituie spectrul cromosferei și protuberanțelor care depășesc marginile discului obscur al Lunei.

În momentul când apare spectrul fulger, fotosfera nu mai trimite lumină; deci, spectrul fulger este datorit părților joase ale învelișurilor solare. De altă parte, cum este format din linii strălucitoare, rezultă că materia care compune acest înveliș este în stare de gaze sau vapori și pentru că aceste linii ocupă exact razele negre ale spectrului obișnuit, urmează că aceste gaze vapori, prin absorbțiunea lor, dau liniile negre pe care le vedem în spectrul obișnuit. De aceea s'a dat numele de înveliș absorbant acestui înveliș care se reazămă direct pe fotosferă. Cum se cunoaște mișcarea Lunei și durata de cel

mult două secunde ale acestui spectru fulger, s'a arătat că grosimea aproximativă a acestui înveliș absorbant este de 1000 kilometri aproape.

În general, se află în fotosferă aceleași substanțe ca și în învelișul absorbant, numai temperatura variază. Sunt mai ales vapori metalici la o înaltă temperatură și o greutate atomică mai ridicată, ca fer, țitan, magneziu, crom, cupru, zinc, aluminiu, etc.; se observă rar substanțe cu o greutate atomică superioară lui 100; totuși Analiza spectrală a arătat prezența plumbului. Metaloidii sunt în număr mic; se vede totuși hidrogen, carbon, prezența oxigenului este îndoiioasă; în fine s'a dovedit prezența corpurilor helium, galium, care mai târziu au fost găsite și pe Pământ.

Toate punctele fotosferei, dau același spectru, afară de părțile întunecate ale petelor, care au o temperatură mai mică și care emit un câmp magnetic.

80. Cromosfera. Îndată ce eclipsa de Soare este totală, adică imediat ce Luna a acoperit complet discul Soarelui, lumina vie a fotosferei, se observă, chiar cu ochiul liber, deasupra învelișului absorbant, o pătură gazoasă de culoare roză, numită cromosfera. Aceasta are o grosime de aproape 10.000 de kilometri. Din cromosferă, se aruncă către exterior limbi mari de foc de aceeaș culoare, numite *protuberanțe*. Protuberanțele sunt de formă variabilă, au o periodicitate în legătură cu aceea a petelor solare și au mărimi până la 600.000 de kilometri. Cromosfera este formată din hidrogen, helium și calciu, dar mai mult din hidrogen.

Cromosfera și protuberanțele au fost văzute întâia oară în 1842 de *Arago* (fost directorul Observatorului din Paris), în timpul unei eclipse totale de soare vizibilă în sudul Franței.

Nu se putea altă dată observa cromosfera și protuberanțele decât în scurtul timp cât durează eclipsele totale de Soare. Dar, în 1868, *Jansen* (fost directorul Observatorului din Paris) și *Sir N. Lockyer* (fost directorul Observatorului din South Kensington, anglia), au descoperit în acelaș timp mijlocul de a le studia în orice timp, îndreptând spectroscopul către marginea discului solar.



Arago (1786–1853).

Metoda lui Jansen și Lokyer permite de a studia cromosfera și protuberanțele în orice timp, dar ea nu permite acest studiu decât pe marginea discului solar. Este totuș de mare interes de a putea studia atmosfera pe toată suprafața discului său, și de a putea face acest studiu în orice timp. La aceasta a ajuns în 1891, în Franța, D. *Deslandres* (fost director al Observatoarelor din Meudon și Paris) și în America, D. *Hale* (Directorul Observatorului solar din Muntele-Wilson, California), inventând *spectroheliograful*, cu care s'a ajuns să se fotografieze chiar elementele cromosferei care se proiectează pe discul solar.

Principiul acestui instrument constă în a izola radiațiunea particulară pe care vrem s'o studiem, ca și cum corpul luminos ar emite numai radiațiunea corespunzătoare acestei raze.

Cu ajutorul clișeeilor spectroheliografice obținute, s'a putut



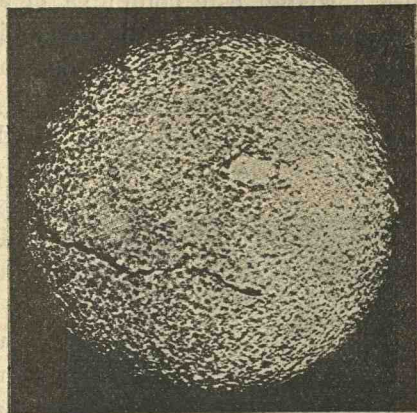
Protuberanță solară de 225000 km. înălțime (Observatorul muntele Wilson).

constata că deasupra fotosferei există vapori de calciu, care se localizează uneori deasupra faculelor sub formă de nori luminoși, care se numesc *floculi*. Mai mult, s'a arătat că cromosfera prezintă trei regiuni. Cu cât se depărtează de fotosferă, petele și faculele iau aspecte diferite până dispar. În regiunea mijlo-

cie, activitatea petelor se simte încă și faculele se largesc pentru a deveni regiuni strălucitoare. Atmosfera de hidrogen corespunzătoare se arată într'o stare de agitație foarte caracteristică, mai ales în jurul petelor. Curente de gaze elektrizate formează traectorii în formă de spirală, care se aruncă în formă de vârtejuri către nucleul petei, dând cromosferei un aspect de vârtejuri. Cu cât ne ridicăm mai sus, petele dispar în parte, iar regiunile luminoase, faculele și floculii se măresc și se largesc. D. *Deslandres* a descoperit de asemenea în părțile superioare ale atmosferei solare *filamente* negre, care există de asemenea și în regiunile mijlocii, dar nu așa dezvoltate ca în cele superioare. Când un filament merge până la marginea discului solar, el corespunde la o protuberanță stră-

lucitoare. Se poate deci considera filamentele ca lungi valuri care se desfășură și se întind deasupra cromosferei, ca pe o mare furtunoasă. Filamentele negre caracterizează deci păturile superioare ale atmosferei solare și totalitatea suprafeței lor întrece pe aceea a petelor. Ca și petele, filamentele rămân în același punct al suprafeței solare în timpul mai multor rotații ale Soarelui și admit aceeași periodicitate 11 ani ca și petele, faculele, protuberanțele și floculi, ca și activitatea solară.

În rezumat, partea joasă a atmosferei solare este sediul a unor mișcări ciclonice care produc petele. Partea superioară a cromosferei dă protuberanțele. Faculele și floculi sunt nori luminoși conținând în special calciu.



Floculi și filamente (Observatorul Meudon).

81. Coroana. Deasupra cromosferei, se află ultima regiune a atmosferei solare, numită *coroana*, și care nu se poate vedea decât în scurtul timp când ține o eclipsă totală de Soare. Studiul său nu se poate face decât în timpul eclipselor totale, fie fotografiind-o direct, fie fotografiind spectrul său. Ea apare ca o coroană albă, ca o aureolă argintie, de grosime variabilă, care ajunge uneori până la cinci sau șase ori raza discului solar, ceea ce face mai mult de patru milioane kilometri.

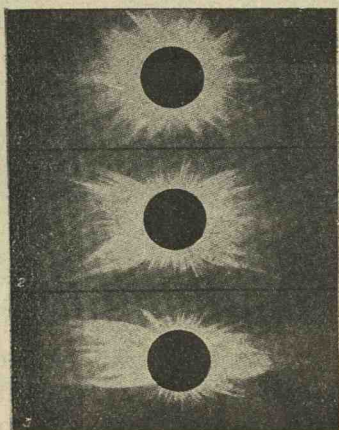


H. Deslandres.

Din coroană pleacă limbi (dâre) mari gazoase, încovoiate sau drepte, de forme variabile, din care cauză nu se poate ști exact grosimea coroanei pe care o constituie; totuși, se poate afirma că este mai strâmtă către poli Soarelui și mai largă în jurul ecuatorului său. La epoca de maximum a petelor

limbile (dărele) coronale sunt mai lungi și se repartizează aproape uniform în jurul Soarelui, pe când la epoca când petele sunt cele mai puține (un minimum), ele sunt mai scurte, mai dese și par a se strânge în apropierea ecuatorului solar.

Pe când fotosfera și cromosfera sunt într-o continuă activitate, coroana lasă o impresie de liniște și imobilitate. Structura coroanei este complexă și analiza spectrală arată că este formată din două medii deosebite. Spectrul coroanei este, în adevăr, în întregime luminos, care este caracteristic prezenței particulelor solide sau lichide incandescente, dar în același timp spectrul este brăzdat de dungi (raze) strălucitoare, caracteristice de data aceasta gazelor incandescente. Printre



Trei aspecte tipice ale coroanei solare: 1. La epoca de maximum de activitate solară; 2. La epoca intermediară; 3. La epoca de minimum de activitate.

aceste raze, se află acelea ale hidrogenului, heliului, fer, titan, magneziu; dar, să găsește încă o frumoasă rază verde, care n'a putut fi identificată cu a nici unui element cunoscut de pe suprafața Pământului. Acest element s'a numit *coronium*; cum raza sa se observă adesea în regiunile superioare ale coroanei, acolo unde razele de hidrogen și heliu nu se mai văd, s'a conchis că acest corp necunoscut este mai ușor decât hidrogenul.

Totuși astronomul D. Scheiner a arătat existența razei de *coronium* în spectrul aurorelor polare care se produc în atmosfera pământească la înălțimi de 500 până la 600 kilometri; el a fost numit *geocoronium*, și este probabil că acest corp este identic cu *coronium* coroanei solare.

Deci, coroana este formată din gaze foarte rarefiate, în care înoată particule de pulberi foarte fine, a căror incandescență dau spectrului coroanei un aspect continuu.

82. Determinarea rotației Soarelui cu ajutorul Spectroscopului. Tot cu ajutorul Spectroscopului, s'a putut afla *rotația*

Soarelui în regiunile unde lipsesc petele, care permiteau determinarea directă. În adevăr, s'a stabilit relația care există între deplasarea liniilor unui spectru datorită unei surse luminoase, și viteza cu care se deplasează sursa luminoasă, de spectru. Deplasarea se evaluează comparând spectrul sursei în mișcare cu un spectru auxiliar suprapus, pe care îl produce observatorul cu ajutorul unui corp de aceeași natură chimică ca sursa studiată. Această metodă, al cărei principiu a fost descoperit de *Döppler* și *Fizeau* (în anul 1868), a fost aplicat la Soare și s'a constatat că viteza de rotație la ecuator este de 2 kilometri pe secundă. Aceeași metodă, s'a aplicat și la stele, pentru determinarea vitezei lor radiale (mișcarea în direcția razei luminoase).

83. Lumina și temperatura Soarelui. Lumina Soarelui este de 600.000 ori mai mare ca aceea a Lunei pline. Ea este, pe unitatea de suprafață, de 150 ori mai mare ca lumina de calciu incandescent întrebuințată în aparatele noastre de proiecție și de trei sau patru ori mai tare ca aceea, a arcului electric.

Se cunosc diferite legi fizice care leagă temperatura unui corp de cantitatea de căldură pe care o trimite asupra altui corp; s'a stabilit, de asemenea o legătură între particularitățile spectrului unui corp și temperatura sa. Aceste legi, demonstrate teoretic, au fost aplicate și verificate în laboratoare pentru temperatură până la 1600^0 centigrade. Aplicate la Soare, s'a arătat că suprafața solară are o temperatură între 6000^0 și 7000^0 . Căldura cea mai mare realizată pe Pământ (aceea a arcului electric) este aproape 4000^0 .

84. Energia solară. Teoriile solare. I. S'a constatat că Pământul primește dela Soare, la limita atmosferei noastre, o cantitate de căldură care este aproape de 2 calorii pe centimetru pătrat și pe minut (Caloria este cantitatea de căldură care trebuie pentru a ridica cu un grad centigrad temperatura unui gram de apă). Atmosfera absoarbe jumătate din această căldură. Globul pământesc și toate planetele nu primesc decât a doua sutime milioanea parte din energia solară (0,000.000.002). Cantitatea de căldură pe care o trimite Soarele într-o zi este aceea pe care ar produce-o arderea unui număr de kilograme de antracit reprezentat de 1 urmat de 24 zeruri (10^{24} kgr.).

Această cantitate de căldură pe care Soarele o trimite, ar trebui să-și micșoreze temperatura sa. Dar, din timpurile cele mai vechi, s'a constatat că viața pe Pământ a rămas aceeași, distribuția vegetației pe suprafața globului nu s'a schimbat, deci Soarele nu pare să fi răcit simțitor. Urmează că însuși Soarele își reface energia calorifică pe care o pierde. Sunt diferite ipoteze asupra originii și cauzelor care întrețin această energie solară. Se crede că aceasta se datorește unei contracțiuni sub influența gravitațiunii. S'a constatat că o contracțiune de 35 până la 40 metri pe an ar fi de ajuns



Auroră boreală, fotografiată la 15 Oct.
1926 de D-I Stormer.

pentru întreținerea energiei solare. Ar urma că diametrul Soarelui, văzut din Pământ, să varieze cu 1" în 18 secole.

S'ar putea, de asemenea, să fie un izvor de întreținere al energiei solare, transformarea radium-ului ⁽¹⁾ în helium, care se face cu degajare de energie. Dar, spectroscopul n'a putut

⁽¹⁾ Descoperirea Radioactivității a fost făcută în 1896, de marele fizician francez *Henri Becquerel* (1852—1908).

arăta prezența radiumului în atmosfera solară; căci radiumul fiind un corp foarte greu, nu se poate găsi decât în păturile profunde ale Soarelui.

II. S'a emis un mare număr de *ipoteze pentru explicarea fenomenelor solare*. Se admite că materiile ce compun Soarele au fost primitiv răspândite într'o sferă de o rază imensă.

Contractia acestei mase enorme este origina căldurei solare. În interiorul Soarelui, căldura ține toate elementele într'o stare de perpetuă disociație chimică; dar, la înălțimea fotosferei, substanțele deja răcite ar putea da loc la fenomene analoge cu combinațiile noastre, cu degajare de lumină și căldură. De aci, incandescența învelișurilor superficiale. O parte fiind mai caldă, combinațiile încetează imediat, petele apar (Moreux), căci gazele au o culoare mai închisă. Exploziuni au loc în regiunile cu o presiune mai slabă. Aceasta ar fi explicația dată de *Secchi* (1818—1878) protuberanțelor solare care sunt deasemenea sediul (după Brester) unor fenomene electrice.

Coroana ar fi datorită în parte expulzării micilor particule aruncate de lumina solară, și în parte prezenței elementelor nebuloasei spirale primitive, cari tind mereu a se condensa către Soare.

Aceste pulberi electrizate duc cu ele în spațiu gazele ce au putut condensa la suprafața lor.

Aruncate de puterea radiațiunii, ele pot ajunge până la Pământ, unde produc, pătrunzând în păturile superioare ale atmosferei noastre, mărețele fenomene cunoscute sub numele de *aurora polare boreale*. Ele aduc cu ele și încărcările lor electrice și sunt astfel factori, dacă nu de generare, cel puțin de modifi-



Lumina zodiacală. Aprilie 1913.

carea a electricității atmosferice și a fenomenelor electrice și magnetice al căror sediu este scoarță pământescă. Aceste pulberi solare, sunt datorite variațiunilor energiei solare; trebuie deci a găsi în fenomenele ce le aduc pe Pământ aceeași lege de periodicitate ca aceea care guvernează fluctuațiunile activității Soarelui, ceea ce s'a dovedit, comparând graficele care

arată experimental variațiile perturbațiilor magnetice, sau acelea ale numărului aurorelor boreale.

Tot datorită acestor pulberi emanate de coroana solară, este prezența *luminei zodiacale*, care este o lumină slabă albăstruie ce se observă în nopțile senine și fără Lună, către apus, seara, după ce a încetat crepusculul, alteori spre răsărit, despre ziuă, întinzându-se în vecinătatea planului eclipticei până la 50° de Soare, sub forma unui fus alungit, se vede mai bine în regiunile tropicale și umple un spațiu care întrece orbita pământescă.

Caracterele generale ale Soarelui se regăsesc, cum vom vedea la stele. S'a arătat că Soarele nu este decât o stea, de mărime mijlocie, dar mult mai apropiat decât celelalte stele. Soarele se află la distanță de 150 milioane kilometri. Lumina ne vine dela Soare în 8 minute și 17 secunde, pe când dela steaua cea mai apropiată lumina ne vine în aproape 4 ani.



L U N A.

85. Aspectul și constituția Lunei. Luna este un corp aproape sferic, opac, care n'are lumina sa proprie. Primește lumina dela Soare și este văzută datorită numai razelor pe care ea le reflectează sau difuzează. Luna nu poate să aibă decât o atmosferă de densitate foarte mică, deoarece razele luminoase, pornite dela stele, și care ating marginea Lunei, nu sunt decât foarte puțin deviate de refracția ce ar pricinui-o prezența unui înveliș gazos. Nici apă nu este la suprafața Lunei. S'a dat impropriu numele de mări la mari întinderi cenușii la suprafața Lunei și înconjurate de regiuni muntoase; în adevăr, lumina reflectată de aceste pete ne arată că acestea nu sunt întinderi de apă, care s'ar comporta atunci ca o oglindă. Lungimea umbrelor aruncate de munți pe aceste mări au permis a culcula înălțimea acestor munți, care au înălțimi până la 8000 metri. Ținând seamă că raza Lunei este de 1737 kilometri, cam un sfert din raza pământească, se vede că asperitățile globului lunar sunt cu mult mai pronunțate decât ale Pământului. Unele vârfuri, din cauza mării lor înălțimi, apar ca părți strălucitoare izolate, față de regiunea înconjurătoare a Lunei obscură vederei noastre.

Se mai văd la suprafața Lunei, pe mări sau pe regiunile muntoase, așa zisele *circuri* sau *cratere*, de formă circulară, mărginite de un zid de o pantă dulce la exterior și de o pantă mai repede către interior; partea centrală are uneori adâncimi de mai mulți kilometri (până la 7250 metri). Unele circuri prezintă diametre până la 250 kilometri, altele n'au decât câțiva kilometri lărgime. Uneori în centrul lor, se vede un vârf conic eșit, mai puțin înalt decât zidul circular. Din câteva cratere de dimensiuni mai mici, 30 kilometri, pornesc brazde alburii cu aspect de materii care au fost aruncate în afară,

astfel că aceste cratere par a avea o origină vulcanică. Se mai observă la suprafața Lunei și un fel de brazde lungi, aproape de 100 kilometri și foarte înguste, de cel mult 2 kilometri.

Aceste detalii se pot avea cu marile lunete astronomice de azi. Astfel, marea lunetă dela Observatorul din Meudon (Franța), de diametru 83 centimetri, poate arăta distinct pe Lună, două puncte situate la 300 m. depărtare unul de altul; pe planeta Marte, două puncte depărtate de 36 kilometri. Marele telescop din Muntele Wilson (California) (cu diametru de 250 centimetri) permite de a separa detalii foarte mici, 100 metri pe Lună și 12 kilometri pe Marte.

86. **Temperutura Lunei.** La aceeași distanță de Soare ca și Pământul, primește pe unitatea de suprafață aceeași cantitate de căldură ca și Pământul. Dar, durata zilei lunare, în timpul căreia solul său primește căldura, este aproape cât 15 zile pământești. Cum nu există în jurul Lunei atmosferă care să servească a regula temperatura sa, urmează că pe Lună variația de temperatură este mare. Astfel, temperatura mijlocie pe partea luminată, atinge aproape 100° și chiar 180° în punctul Lunei care are Soarele la zenit; din contră, pe partea Lunei unde este noapte (nu primește lumina) termometrul centigrad se scoboară sub -50° .

87. **Mișcările Lunei.** Luna ia parte, ca și stelele, la mișcarea diurnă a sferei cerești datorită în realitate rotației Pământului în jurul axei sale; Luna apare la orizont la răsărit, se ridică deasupra orizontului, se coboară apoi și apune la apus. Afară de aceasta, Luna mai are o mișcare proprie printre stele. În adevăr, Luna trecând la meridian cu o stea, la a doua trecere nu mai vine la meridian cu aceeași stea și numai după un timp de vre-o 27 zile și ceva trece la meridian odată cu steaua de care am vorbit.

Deci, Luna are o mișcare în raport cu stelele, în mai puțin de o lună. Timpul ce trece între două întoarceri ale Lunei în dreptul aceleași stele se numește *revoluția siderală*, a cărei durată este de 27 zile, 7 ore, 43 minute, 11,5 secunde.

Calculând însă în fiecare zi ca și pentru Soare, coordonatele *A* și *D* ale centrului Lunei și așezând pozițiile cerspunzătoare pe un glob, unind aceste poziții, se obține un cerc mare înclinat pe ecliptită cu $5^{\circ} 9'$ (Fig. 68).

Deci Luna descrie pe sfera cerească un cerc mare în timp de 27 zile, 7 ore, 43 m., 11,5 s.; planul cercului fiind înclinat pe ecliptică cu $5^{\circ}9'$. Intersecția planului orbitei lunare cu ecliptica se numește *linia nodurilor*.

Orbita lunară este coprinsă în zodiac ca și ecliptica. Pentru a afla adevărata formă a orbitei lunare, se măsoară în timp de mai multe zile consecutive diametrul aparent al Lunei, și se constată că el variază între valoarea cea mai mare, $33' 50''$ și cea mai mică $29' 26''$, ceea ce arată că Luna nu rămâne la aceeași depărtare de Pământ. Procedându-se ca și pentru Pământ, se constată că *Luna descrie în jurul Pământului o elipsă, Pământul fiind într'unul din focare*. Excentritatea

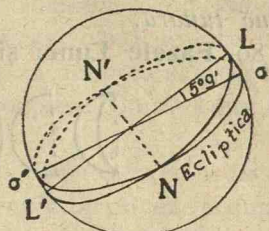


Fig. 68.

acestei elipse este $\frac{1}{18}$, adică de trei ori mai mare ca aceea a orbitei pământești.

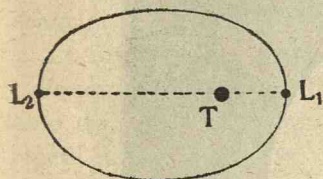


Fig. 69.

Mișcarea Lunei în jurul Pământului satisface legea ariilor și anume *suprafețele descrise de raza ce unește centrele Pământului și a Lunei sunt proporționale cu timpurile întrebuințate a le descrie*.

Timpul în care se face această mișcare în jurul Pământului este de 27 zile, 7 ore, 43 m., 11,5 s., adică *revoluția siderală*.

Poziția orbitei lunare a satelitului nostru, Luna, variază sub influența atracțiunii Soarelui. *Linia nodurilor* (intersecția eclipticei cu planul orbitei lunare), *retrogradează* cu o mișcare uniformă pe ecliptică și face ocolul complet în 18 ani și 8 luni. Apoi, *axa mare* L_1L_2 (Fig. 69) a elipsei descrisă de Luna în jurul Pământului se deplasează cu o mișcare uniformă în *sens direct* și face ocolul complet în 9 ani. *Înclinarea* planului orbitei lunare pe ecliptică variază, în 173 zile dela 5° la $5^{\circ}18'$.

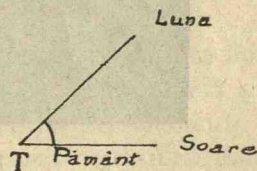


Fig. 70.

88. Lunație. Observând pozițiile Lunei, în raport cu Soarele,

se vede că aceste poziții nu rămân aceleași, adică distanța lor unghiulară variază. În adevăr, se observă că distanța unghiulară a Soarelui și Lunei (Fig. 70) crește necontenit dela 0° la 360° , în timp de 29 zile, 12 ore 44 m. Această mișcare a Lunei în raport cu Soarele se numește *revoluție sinodică, lunație sau lună lunară*.

89. **Fazele Lunei și lumina cenușie.** Considerând pozițiile

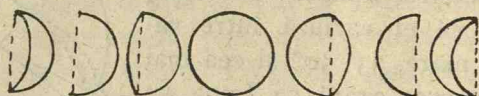
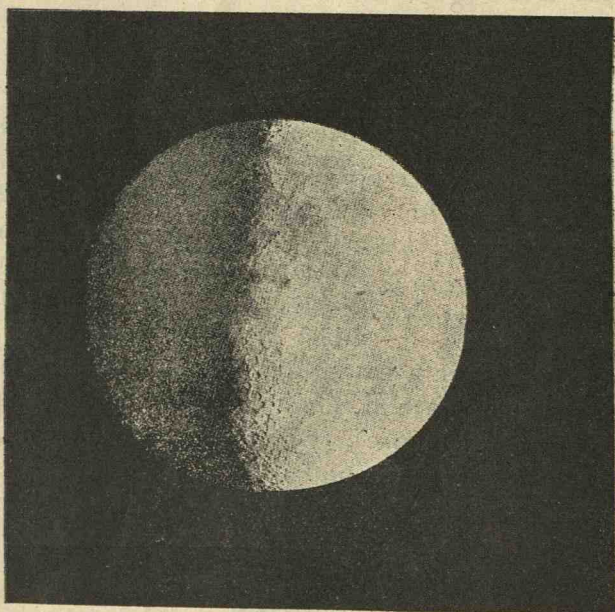


Fig. 71.

Lunei față de Soare, se poate ușor explica pentru ce Luna se prezintă sub diferite forme, numite *fazele Lunei*.

Iată în ce constau aceste faze. Când luna și Soarele sunt de aceeași parte a Pământului, când se zice că *Luna este în con-*



Luna la primul pătrar.

juncție cu Soarele, adică trece la meridian odată cu Soarele, atunci nu se vede de loc și se zice că este *Lună nouă*.

După aceea, Luna începe să apară ca o seceră luminoasă, întâiu mai subțire, apoi din ce în ce mai groasă, până ce după

vre-o 7 zile, Luna are forma unui semicerc luminos; în acest timp ea se vede pe cer către apusul Soarelui și se zice că Luna este la *primul pătrar* (Fig. 71). În acest interval ea trece la meridian din ce în ce mai târziu și are marginea luminoasă spre dreapta. La primul pătrar ea trece la meridian la ora 6 p. m.

Luna începe apoi să crească, apare ca o lentilă biconvexă și după vre-o 7 zile apare ca un cerc luminos, când se zice că este *Lună plină*. În acest timp Luna e văzută noaptea și trece la meridian între 6 ore p. m. și 12 ore noaptea. Când Luna e plină trece la meridian la 12 noaptea.

Apoi Luna începe să descrească, dinspre partea care la început fusese luminată, are iar forma unei lentile biconvexe și după 7 zile și ceva, are forma unui semicerc luminos cu marginea rotundă spre stânga, când se zice *al doilea pătrar*. În acest interval Luna e văzută noaptea și trece la meridian după miezul nopții. La al doilea pătrar trece la meridian la ora 6 dimineața.

În fine, Luna se subțiază neconținut, apare din nou sub forma unei secere și după 7 zile dispăre, când se zice că este *Lună nouă*. În acest timp Luna e văzută dimineața și trece la meridian între 6 și 12 ore ziua.

Fenomenele încep din nou și, timp de 29 zile și jumătate, iar se repetă toate fazele în aceiași ordine.

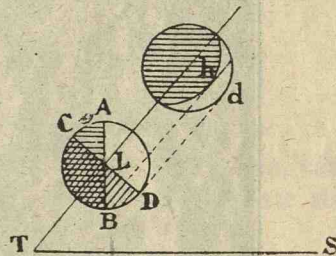


Fig. 72.

Explicarea fazelor. Luna este un corp opac, luminat de Soare, iar fazele provin din cauza luminei ce primește dela Soare și din cauza pozițiilor ei față de Soare. În adevăr, fie T Pământul (Fig. 72), L. Luna, S direcția de unde vin razele solare. Distanța unghiulară a Soarelui și Lunei este dată de unghiul STL.

Luna fiind luminată de Soare, numai partea ADB este luminată, AB fiind perpendiculară pe TS. Porțiunea întoarsă spre Pământ este numai semisfera CBD, CB fiind perpendiculară pe TL. Deci observatorul va vedea din această semisferă numai fusul BLD, care este luminat și care se va proiecta pe sfera cerească după secera *bd*.

Mărimea acestei secere depinde de fusul BLD, adică de unghiul liniilor AB și CD, care este egal cu distanța unghiulară

STL, ca având laturile perpendiculare. Deci fazele depind de distanța unghiulară a Soarelui și Lunei. Figura 73, explică foarte ușor, tot ca în cazul precedent, fazele Lunei. $L_1, L_2 \dots L_8$ sunt po-



Mărirea unei fotografii a Lunei (regiunea centrală).

zițiile Lunei, considerate la câte 45° de depărtare unghiulară; S reprezintă direcția de unde vin razele luminoase, în L_1 luna nu se vede și se zice *Lună nouă*, în L_3 și L_7 Luna e în pătrare;

în L_3 primul pătrar, în L_7 al doilea pătrar; în L_5 , Lună plină și este în opoziție cu Soarele (Soarele și Luna de o parte și de alta a Pământului).

Timpul cât îi trebuie Lunei să revie la aceeași fază, este de 29 zile și jumătate și se numește *revoluție sinodică*.

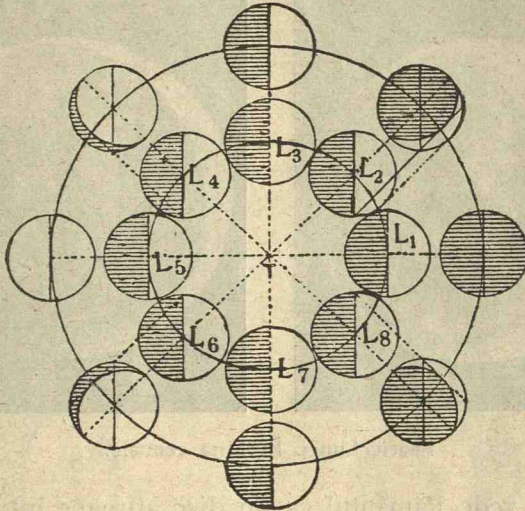


Fig. 73.

Explicarea luminei cenușii. Se poate observa că Luna, când are forma unei secere, se vede și restul Lunei dar foarte slab luminat cu o lumină numită *lumina cenușie a Lunei*.

Restul discului este ceva mai mic decât ar trebui să fie spre a completa sfera din care face parte se-cera luminoasă. Aceasta se poate explica observând că Pământul fiind opac ca și Luna, și luminat de Soare, va prezenta faze, dacă va fi privit din Lună. Fazele vor fi analoage, însă complementare cu ale Lunei; adică fusul luminat al Pământului, văzut din Lună, este suplimentar cu fusul luminat al Lunei văzut din Pământ (Fig. 74). În adevăr, Soarele fiind în S, cercurile de ilumi-nație ale Lunei și Pământului sunt ac și AC , iar partea Lunei, întoarsă spre Pământ, este dab , iar a Pământului, întoarsă

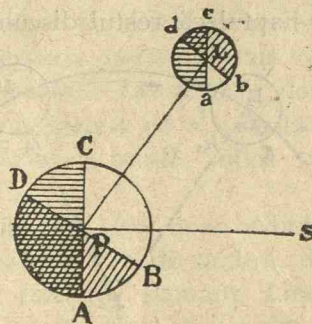
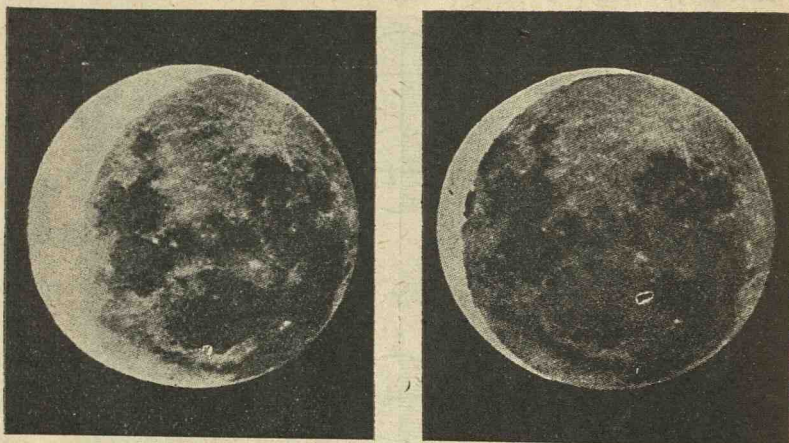


Fig. 74.

spre Lună, este DCB. Rămân deci vizibile numai fuzele luminate BPC și aLb . Însă aceste două fuzes sunt suplimentare, căci suma unghiurilor plane CPB și aLb este de 180° . De aci rezultă că în cazul când vedem Luna ca o seceră foarte subțire,



Fazele Lunei. Lumina cenușie.

din Lună se vede Pământul ca un disc aproape întreg luminat (Pământ plin).

Pământul va lumina partea din Luna care nu e luminată de Soare, dLa , și de aceea se vede și restul discului luminat cu o lumină cenușie.

Faptul că restul discului, luminat cu lumina cenușie, are un diametru mai mic ca al Lunei, se poate ușor explica. În adevăr, marginile discului fiind mai slab luminate, par aproape invizibile. De altfel, se cunoaște bine fenomenul că, în baza iradiațiunei, un cerc alb pare mai mare ca un cerc întunecat de aceeași rază.

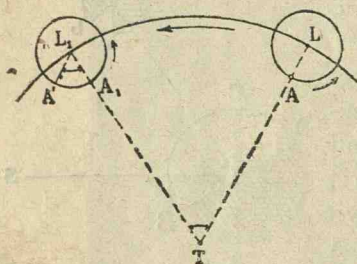


Fig. 75.

✓ 90. **Rotația Lunei.** Observând dintr'un loc T al Pământului o

regiune A la suprafața Lunei L (Fig. 75), se constată că în altă poziție a Lunei, în L_1 , regiunea A se vede în direcția razei $L_1 T$, în A_1 , iar nu A' după cum ar fi trebuit dacă Luna L n'ar fi avut o mișcare proprie. Aceasta se explică numai atribuind și

Lunei o mișcare de rotație, în sens direct, și în jurul unei axe aproape perpendiculare pe planul orbitei ei.

Unghiurile $A' L_1 A_1$ și $L_1 T L$ fiind egale ca alterne interne, rezultă că unghiul cu care s'a învârtit Luna în jurul axei de rotație este egal cu unghiul cu care s'a învârtit Luna în jurul Pământului. Prin urmare, *fiind văzută numai aceeași parte (față) a Lunei*, s'a conchis că Luna are o mișcare de rotație, a cărei iuteală este aceeași ca în mișcarea în jurul Pământului și deci durata rotației este de 27 zile, 7 ore, 43 minute și 11,5 secunde, egală cu revoluția siderală.

Axa de rotație nu este exact perpendiculară pe planul orbitei lunare și unghiul este $83^{\circ}\frac{1}{2}$. Atunci, după cum Luna se află în raport cu Pământul (Fig. 76) în L sau în L', mici regiuni din apropierea polilor P și P' sunt văzute sau nevăzute. De altă parte, rotația Lunei în jurul său este uniformă, dar mișcarea

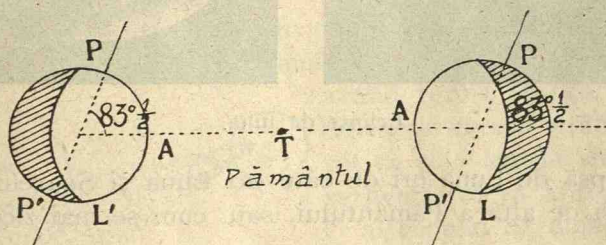


Fig. 76.

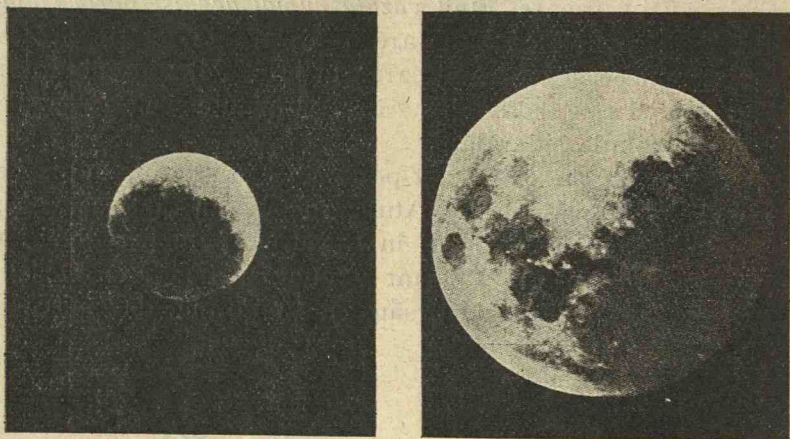
sa în jurul Pământului nu este. Urmează că la est și la vest de Lună se află două mici fuse alternativ nevăzute sau văzute. Aceste fenomene se numesc *librațiile Lunei*. Ele dau Lunei aparența unei balanțări, care ne permit de a cunoaște mai mult decât jumătate din suprafața sa totală, adică 59 din sută.

91. Eclipse de Lună. Pământul T fiind un corp opac și fiind luminat de Soare, aruncă îndărătul său un con de umbră, de lungime mai mare ca distanța dela Lună la Pământ. Luna poate intra în total (Fig. 77) sau în parte în acest con, nu mai poate primi lumină dela Soare; va fi deci în total sau în parte în întuneric, vom avea, cum se zice, *eclipsă totală* sau *parțială de lună*.

În afară de conul de umbră cu vârful în O, mai există un con de penumbră circumscris Soarelui și Pământului (Fig. 77) cu

vârful în O' , așezat între S și T . Dacă Luna pătrunde în acest con și în afară de conul de umbră, O , se zice că este în penumbră.

Dacă Luna s'ar mișca în apropiere de planul eclipticei, am



Eclipse de lună.

avea eclipsă de Lună ori de câte ori Luna și Soarele sunt de o parte și de alta a Pământului, sau, cum se mai zice, ori de

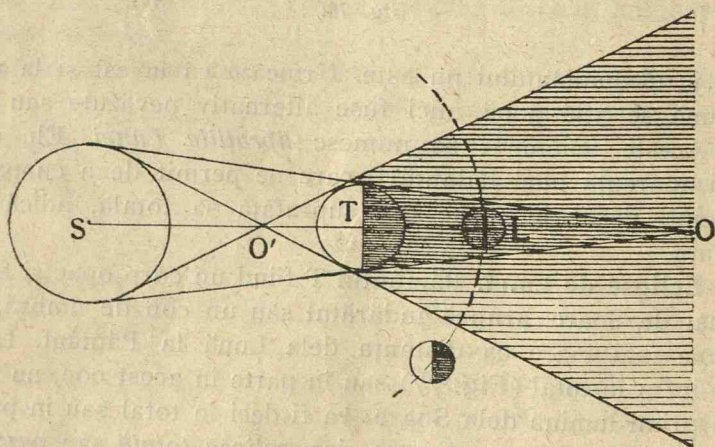


Fig. 77.

câte ori Luna este în opoziție cu Soarele, adică am avea eclipsă în fiecare lună. Știm însă că aceasta nu poate să aibă loc, căci

planul orbitei lunare este înclinat pe ecliptică cu $5^{\circ} 9'$ și deci vom avea eclipsă de lună când Luna este în opoziție cu Soarele în raport cu Pământul și când Luna se va găsi în același timp în apropiere de linia nodurilor.

Durata unei eclipse de Lună este de cel mult două ore.

O eclipsă de Lună fiind produsă din faptul că Luna nu mai primește lumina dela Soare (Fig. 78, fenomenul e văzut din toate locurile emisferei pământești unde este noapte.

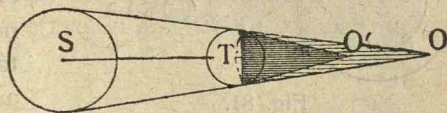


Fig. 78.

Chiar în timpul unei eclipse totale de lună, Luna tot este puțin luminată și are o culoare roșiatică închisă, din cauză că o parte din razele Soarelui, trecând prin atmosfera Pământului, se refractă și ajung la Lună, o luminează mai slab.

În cele expuse mai sus n'am ținut seamă de influența refracției atmosferice asupra lungimei conului de umbră. Atmosfera având forma sferică, are față de razele care o străbat, același rol ca și o lentilă sferică convergentă; ea va apropia vârful O al conului de umbră de Pământ și-i va face să ajungă în O' (Fig. 78), la o distanță de Pământ mai mică decât depăr-

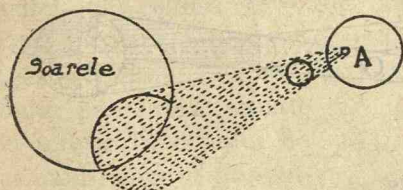


fig. 79.

tarea Lunei; deci eclipsa de Lună nu e nici odată completă. Totuși, razele traversând atmosfera pământească, sunt mult slăbite și eclipsa este destul de sensibilă.

92. **Eclipse de Soare.** Când Luna și Soarele sunt de aceeași parte a Pământului, adică sunt în *conjuncție*, Luna trece în dreptul Soarelui; în acest caz dacă Luna este în apropierea planului eclipticei, ea poate să acopere numai o parte din discul solar și atunci avem *eclipsă parțială de Soare* (Fig. 79), sau să acopere în total discul solar și atunci este *eclipsă totală de Soare* (Fig.

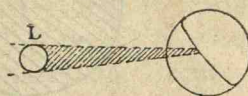


Fig. 80.

80). Când discul Lunei e mai mic decât al Soarelui, în momentul când el vine în dreptul mijlocului Soarelui, nu se mai vede

din Soare decât un inel din marginea discului solar și atunci este *eclipsă inelară* (Fig. 81).

Aceste fenomene se explică și astfel. Luna L fiind un corp opac și luminat de Soarele S, aruncă îndărătul ei un con de umbră (Fig. 82, 83) circumscris Soarelui și Lunei; deci dacă acest con întâlnește Pământul, dintr'un asemenea loc de pe Pământ, din interiorul conului de

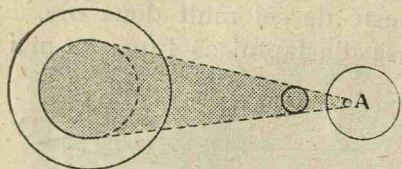


Fig. 81.

umbră (Fig. 82, 83), nu se va putea vedea Soarele și se zice că pentru acel loc este o *eclipsă totală de Soare*.

Dacă însă un punct M (Fig. 84) al Pământului intră în interiorul conului cu vârful în O' circumscris Soarelui și Lunei, nu-

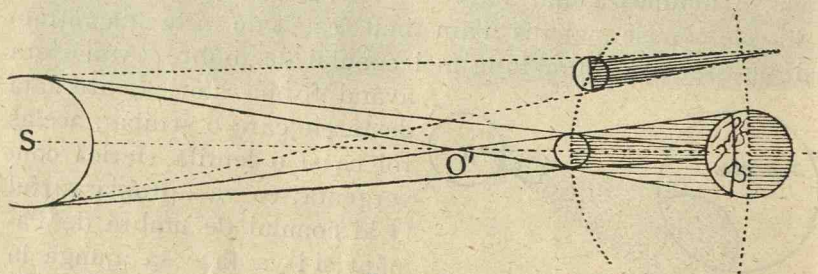


Fig. 82.

mit con de penumbră, și este în afară de conul de umbră O, din acel loc nu se va vedea decât numai o parte din Soare; va fi o *eclipsă parțială de soare* pentru acel loc.

Să presupunem că conul de umbră nu atinge Pământul

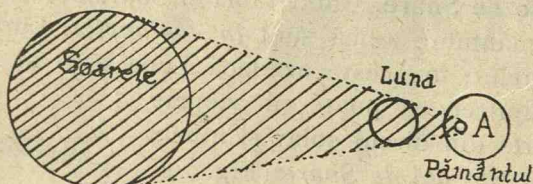


Fig. 83.

(Fig. 85); să-l prelungim dincolo de vârful său până întâlnește Pământul. Dintr'un loc de pe Pământ, din interiorul prelungirii acestui con, se va vedea Soarele ca un inel strălucitor,

vom avea atunci *eclipsă inelară de soare*. Porțiunea din Soare văzută din locul N este zona *AnnB* (Fig. 85).

În rezumat, ca să fie eclipsă de soare, trebuie ca Soarele și Luna să fie de aceeași parte a Pământului, adică Luna să fie în conjuncție cu Soarele în raport cu Pământul.

Eclipsele totale nu se pot vedea decât din punctele suprafeței Pământului cuprinse în pata de umbră ce aruncă Luna pe Pământ, care nu e decât intersecția conului de umbră al Lunei cu

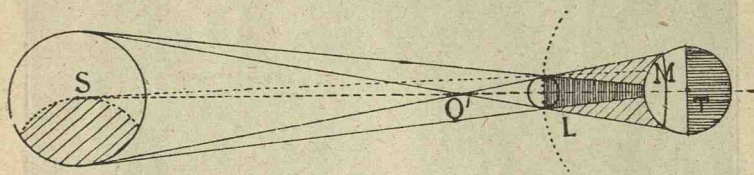


Fig. 84.

suprafața Pământului. Această pată, din cauza mișcării de rotație a Pământului și a mișcării de translație a Lunei, se mișcă pe suprafața Pământului (tocmai ca umbra unui nor), astfel că eclipsa se vede succesiv din locurile situate pe fâșia pe care a parcurs-o umbra. Ea nu se vede însă decât din aceste regiuni. Eclipsa parțială este vizibilă din punctele globului pământesc situate în interiorul conului de penumbră, care mișcându-se, determină pe suprafața Pământului o fâșie mai mare decât aceea parcursă de umbră.

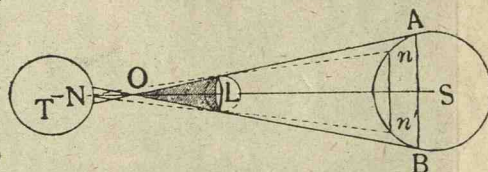


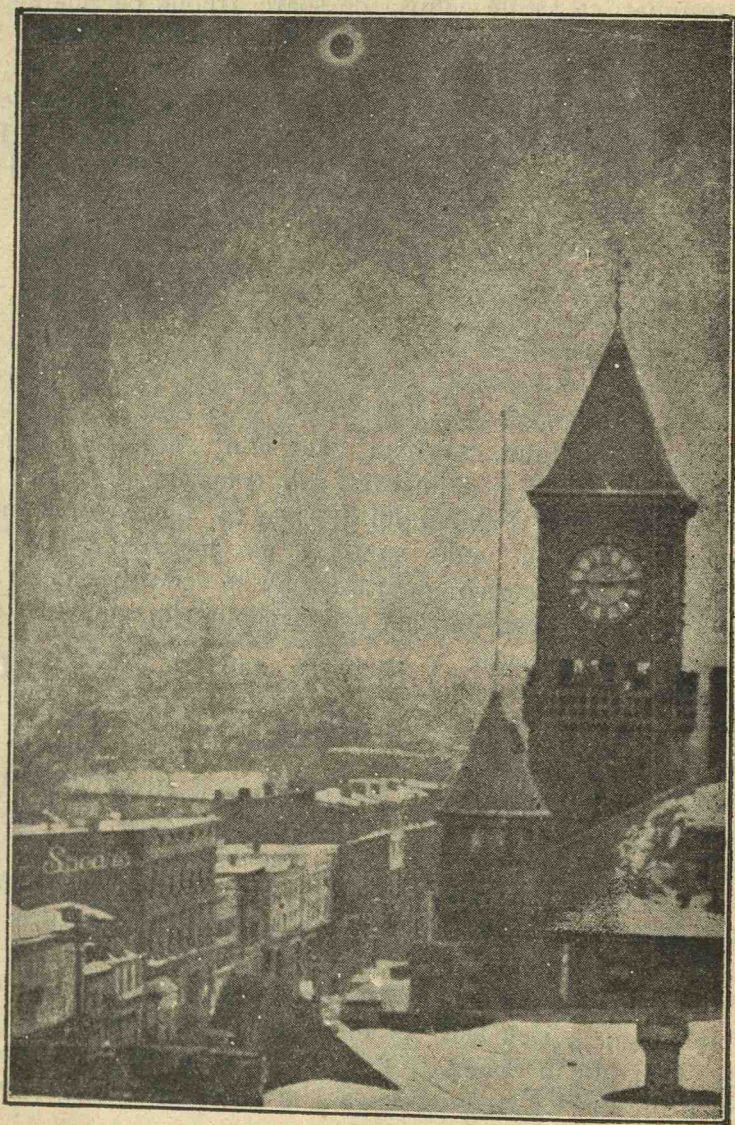
Fig. 82.

Astfel, eclipsa parțială se vede pe o regiune mult mai mare decât eclipsa totală, dar nici ea nu se mai poate vedea din toată emisfera pământească îndreptată către Soare.

Timpul cât se poate să dureze o eclipsă totală de Soare este cel mult 8 m. Astfel, eclipsa, totală de soare dela 16 aprilie, 1893, observată în Senegal (Foundiougne) și de d-l N. Coculescu, profesor de Astronomie la Universitatea din București, a avut ca durată 7 m. și 11 s.

Pe când la o eclipsă de Lună, fenomenul este văzut deodată din toate locurile unei emisfere pământești, fazele fiind aceleași pentru toți observatorii, pentru eclipsele de soare, faza depinde de poziția observatorului la suprafața Pământului și

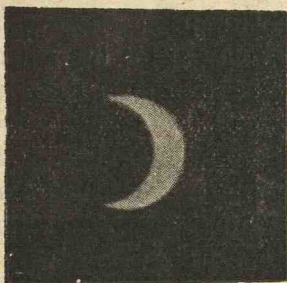
faza nu este aceeași pentru toți observatorii în acelaș moment
Aceasta provine din cauză, că Luna mișcându-se, umbra, pe care



Eclipsa totală de soare de la 24 Ianuarie 1925, văzută din orașul
(Middletown Statele-Unite.)

o aruncă ea, se mișcă la suprafața Pământului, așa că observa-
torul, iar nu Soarele este întunecat și timpul, cât observatorul

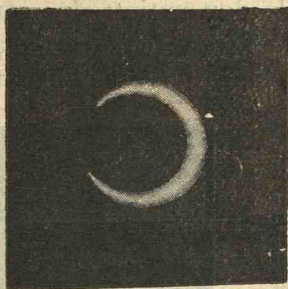
încetează de a mai fi luminat, depinde de timpul cât umbra mișcătoare a Lunei îl întuneacă. Având în vedere condițiile de posibilitate ale unei eclipse de lună și de soare, se vede că *cele de soare sunt mai numeroase ca cele de lună*. Dar, dacă se văd mai puține eclipse de soare de cât cele de lună, cauza este că eclipsele de lună se văd de pe o întreagă emisferă a Pământului, pe când eclipsele de soare se văd numai din anumite regiuni. Astfel, într'un an sunt pentru tot globul



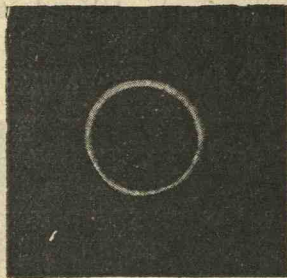
11h 51m



12h. 8m.



12h 16m 3s



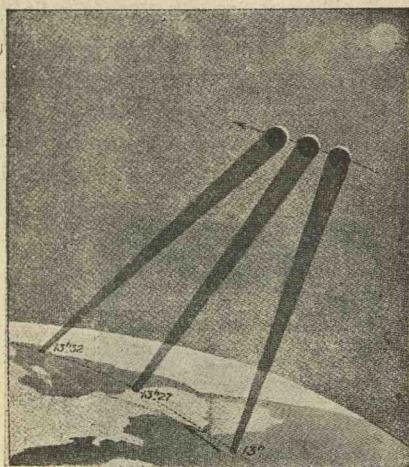
12h 18m 35s

Eclipsa de soare de la 28 martie 1922, văzută din
Lyndiane (Senegal), faza inelară.

pământesc cel mult șapte eclipse (5 sau 4 de soare, 2 sau 3 de lună) și cel puțin două și în mijlociu patru; când sunt numai două eclipse, ele sunt de soare.

Eclipsele se reproduc aproximativ după o perioadă de 18 ani, interval numit, de Caldeeni (1000 ani înainte de Crist.), *Saros*. În cursul acestui interval sunt în mijlociu 71 eclipse, din care 43 de soare și 28 de lună. Acest interval nu este însă riguros exact și azi nu ne mai folosește la prezicerea eclipselor care se face cu mare precizie prin calcule matematice.

Eclipsele de soare nu încep a prezenta un adevărat interes decât în momentul când ele devin totale. În acest moment, lu-



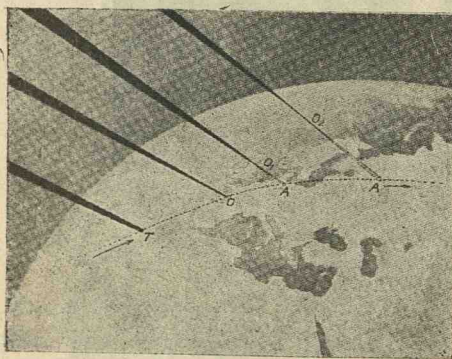
Mersul conului de umbră pe suprafața Pământului în cursul unei eclipse totale (30 August 1905).

mina ia o culoare mai palidă (arămie), temperatura se scoboară. Îndată ce cercul negru al Lunei a astupat discul strălucitor al Soarelui, coroana solară devine vizibilă, protuberanțele roze se văd pe marginea discului solar și tot timpul, de altfel foarte scurt, este favorabil pentru studiul fotosferei, protuberanțelor și coroanei solare, care nu mai sunt atunci înecate de lumina fotosferei.

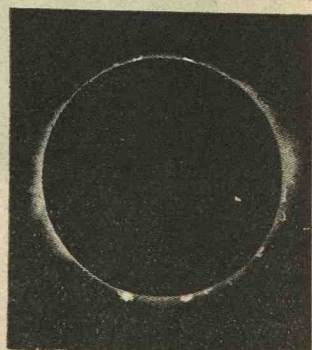
În afară de studii spectro-

fotografice asupra protube-

ranțelor și coroanei, eclipsele totale dau puțința de a cerceta relațiile dintre coroană și lumina zodiacală, căutarea planetelor vizibile între Mercur și Soare, explicarea *luminei slabe antiso-*



Conul de umbră al eclipsei din 1912. Totală pe oceanul Atlantic în T, ea era la limita de totalitate în O, apoi devenea gradat inelară.



Eclipsa totală de soare dela 29 Iunie 1927. Fotografie luată de expediția Observatorului din Greenwich, la Giggleswich (Anglia)

lare, care se vede într-o regiune opusă cu Soarele și care apare ca un slab nor alburii asemănător unei nebuloase eliptice.

Eclipsele totale de Soare au mai servit în ultimul timp (1920)

la verificarea uneia din consecințele teoriei *Relativității* lui *Einstein*. În adevăr, s'a arătat că o rază luminoasă plecată dela o stea, și atingând în treacăt Soarele, suferă o deviație care se apropie de cea prevăzută de teorie, și egală cu $1''$, 75 de arc, ceea ce s'a dovedit de către Misiunea Observatorului din Strasbourg (Franța), cu ocazia eclipsei totale de Soare, din 9 Mai 1929, la stațiunea Poulo-Condore (insulă) Indo-china.

Dr. Olteanu
III

SISTEMUL SOLAR.

SCURTA PRIVIRE ASUPRA EVOLUȚIEI ASTRONOMIEI.

93. **Astronomia celor vechi.** Începuturile Astronomiei sunt tot atât de vechi ca și omul. Încă din timpurile cele mai depărtate, se cunoșteau constelațiunile și invariabilitatea lor pe sfera cerească, mișcarea diurnă a sferei cerești, variațiunile anuale ale gnomonului (care este în germen teoria mișcărilor aparente ale Soarelui), mișcările Soarelui, Lunei, planetelor dealungul constelațiunilor zodiacale.

La *Chinezi* (2000 ani a. Cr.), exista o instituție pentru stabilirea calendarului, prevederea eclipselor. *Caldeenii* (1000 a. Cr.) au construit Observatoare astronomice și au descoperit perioade de 18 ani și 11 zile (Saros), după care se reproduc eclipsele. Dela Caldeeni avem primul document astronomic și anume observarea făcută în 720 și 719 a. Cr., a trei eclipse de Lună.

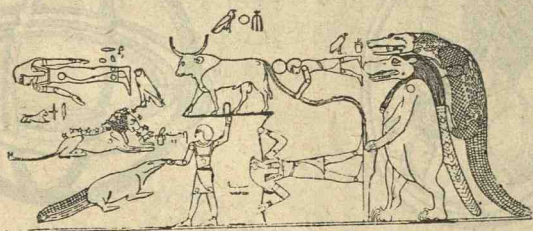
La *Egipteni*, Astronomia a fost cultivată din timpuri foarte vechi; ei au orientat piramidele (4200 a. Cr.) după punctele cardinale (deci cunoșteau determinarea meridianului locului) și au gravat pe templele lor semnele zodiacului.

Grecii vechi s'au inspirat din știința Egiptenilor; ei au descoperit aproape tot ceea ce era posibil fără ajutorul lunetei și au explicat cu o intuiție neîntrecută cea mai mare parte din fenomenele cele mai complexe ale Universului. *Thales* și *Anaximandru* (VI. secol a. Cr.) cunoșteau gnomonul și polos (cadran solar sferic). *Meton* (432 a. Cr.) a descoperit ciclul de 19 ani după care fazele Lunei revin la aceleași epoci ale anului. *Pitagora* și elevii săi (V. secol a. Cr.) au explicat fazele Lunei, eclipsele. Învățau sfericitatea Pământului și izolarea lui în

spațiu; au căutat a explica geometric mișcările Soarelui, Lunei și planetelor, servindu-se de mișcări circulare și uniforme. Au profesat rotația Pământului în jurul axei sale, mișcarea Pământului și a planetelor în jurul Soarelui, au susținut că stelele sunt Sori în jurul cărora se mișcă planete. Vedem deci, cum adevărurile fundamentale ale Astronomiei, care abia după 2000 de ani au putut să-și cucerească locul lor în știință, au fost susținute de Pitagora și școala sa cu 600 de ani înaintea erei noastre.

94. **Școala din Alexandria. Hiparch.** Cu moartea lui Alexandru cel mare, Alexandria a devenit sediul științei, unde au fost atrași învățații Greci, și unde fonda ră renumita *Școală din Alexandria*. Printre învățații care au ilustrat această școală, au fost *Aristarch*, *Eratostene*, *Hiparch* și *Ptolemeu*.

Aristarch (281 a. Cr.) a măsurat diametrul aparent al Soarelui și a făcut o primă evaluare a distanței sale până la Pă-



Simboalele constelațiilor (de nord) la Egipteni.

mânt. *Eratostene* (270 a. Cr.) a măsurat cu ajutorul armilelor (aparate compuse din două cercuri, unul orizontal, altul vertical) coordonatele ecuatoriale și oblicitatea eclipticei. *Eratostene* a făcut prima operație geodezică cunoscută, măsurând cel dintâi arc de meridian pământesc, cu ajutorul distanței dela Siena la Alexandria.

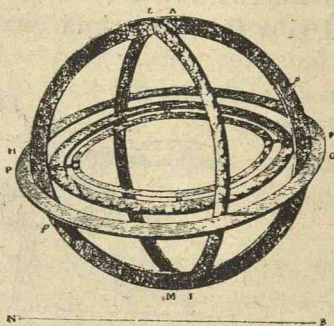
Dar cel mai mare astronom al antichității este *Hiparch* (150 a. Cr.), fondatorul Astronomiei matematice. El inventează Trigonometria sferică, diviziunea cercului în 360^0 , coordonatele geografice, proiecția stereografică. A încercat să stabilească, cu mai mult de 1500 de ani înaintea lui Kepler și Newton, raporturile dintre astre din punct de vedere al mărimii lor, al distanțelor și mișcării lor. El a inventat *astrolabul*, instrument care permitea pentru întâia oară să determine cu exactitudine poziția astrelor pe bolta cerească. *Hiparch* a făcut pri-

mul catalog de stele, a determinat coordonatele ecliptice, a descoperit precesiunea echinocțiilor. Cunoștea durata anului tropic, neegalitatea anotimpurilor, neegalitățile Soarelui și Lunei în longitudine. A calculat eclipsele, paralaxa Lunei.

Lui *Ptolemeu* (130 a. Cr.) îi revine gloria de a fi făcut cunoscute și de a completa lucrările lui Hiparch, care au dispărut sub forma lor originală. *Almagestul* său rezumă și sistematizează cunoștințele astronomice ale celor vechi. El perfecționează Trigonometria și instrumentele de observație, a explicat precesia echinocțiilor, a descoperit *evectiunea* Lunei, o neegalitate periodică în longitudinea Lunei, datorită căreia Luna se poate depărta cu $1^0 16'$ de o parte și de alta a poziției ce ea ar ocupa pe elipsa sa și perioada evectiei este de $31 \frac{1}{2}$ Pen-



Hiparch.



Astrolab.

tru fiecare planetă a determinat înclinarea orbitei, poziția liniei apszilor (de fapt, axa mare a elipselor descrise de planete în jurul Soarelui, descoperite mai târziu de Kepler).

95. Sistemul lui Ptolemeu. Teoria epiciclelor. În timpurile vechi erau cunoscute numai planetele care se puteau vedea cu ochii liberi: *Mercur*, *Venus*, *Marte*, *Jupiter* și *Saturn*. Deși Pitagora și școala sa au profesat că Pământul și planetele se mișcă în jurul Soarelui, totuși această teorie filozofică a rămas cu vremea uitată și, pe vremea lui Ptolemeu, se credea că Soarele, Luna și planetele se mișcă, în jurul Pământului, presupus fix, pe cercuri, cu o mișcare uniformă.

Însă numai cu mișcarea uniformă nu se puteau explica neregularitățile ce se observau ușor, chiar în mișcarea Soarelui, care se mișcă mai repede iarna decât vara. Ptolemeu recurse la com-

binarea mai multor mișcări circulare și reuși să explice aceste neregularități cu ajutorul *Teoriei epiciclor*, în modul următor.

Soarele S și Luna L (Fig. 86) au fost considerate că descriu în jurul Pământului T cercuri, în timpuri respectiv egale cu anul sideral și o lună. Dar, acest mod simplu de reprezentare, nu era destul pentru planete; de aceea recurse la combinarea de mișcări circulare, teoria epiciclor, adică cercuri mișcându-se pe alte cercuri.

În cazul uneia din planetele inferioare (Venus și Mercur), Venus, de ex., Ptolemeu a presupus că planeta V descrie uniform un cerc cu centrul C în 225 zile durata de revoluție a lui Venus; centrul C al acestui cerc este neconținut pe dreapta TS ce unește Pământul T cu Soarele S și descrie uniform un cerc în jurul Pământului. Pentru planetele superioare (Marte, Jupiter și Saturn), Marte de ex., Ptolemeu,



Ptolemeu.

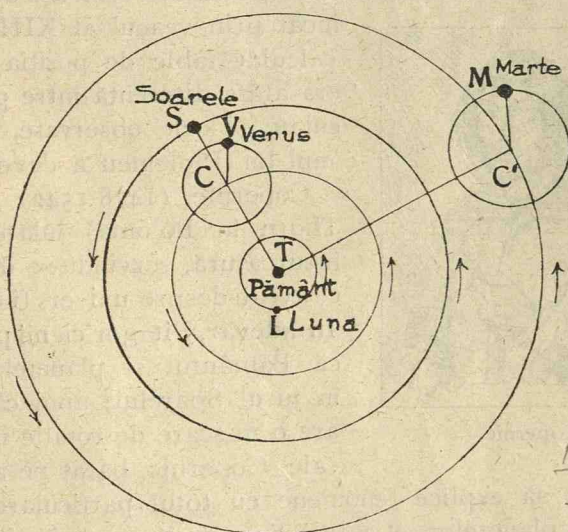


Fig. 86.

$$\begin{array}{r} 1944/4 \\ 34 \overline{) 486} \\ 24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1942/4 \\ 34 \overline{) 48} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1940/4 \\ 34 \overline{) 485} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1900/4 \\ 30 \overline{) 47} \\ 20 \end{array}$$

pentru a figura mișcarea, a considerat un punct C' care descrie uniform un cerc cu centrul T într'un timp egal cu 1 an și 222 zile, durata de revoluție a lui Marte; planeta M se mișcă pe un

cerc cu centrul C' , cu condiția ca $C'M$ să fie neconținut paralelă cu TS; punctul M va descrie deci acest cerc într'un an sideral, și acest punct M figura, în sistemul lui Ptolemeu, planeta Marte în toate pozițiile.

Cu timpul, observațiile înmulțindu-se și totodată îmbunătățindu-se, s'a văzut că pozițiile planetelor, așa determinate, nu mai coincideau cu cele observate și atunci s'a simțit nevoia de a suprapune câte un nou epiciclu.

Sistemul epiciclor, numit și *Sistemul lui Ptolemeu*, a durat timp de 14 secole, în care interval opera lui Ptolemeu, numită *Almagestul*, a fost considerat ca scriptura Astronomiei.

Cu lucrările lui Ptolemeu se sfârșește progresul Astronomiei în școala Alexandria cu toate că școala a mai durat încă mai multe secole. Timp de 600 ani dela această dată, nici un astronom de valoare nu mai observă fenomene cerești. Tocmai la Arabi, califul *Almamon* (800 d. Cr.), făcu să se traducă *Almagestul* lui Ptolemeu și luă inițiativa de a face măsura unui arc de meridian în câmpiile Mesopotaniei.

96. **Sistemul lui Copernic.** Epiciclene înmulțindu-se odată cu observațiunile, sistemul lui Ptolemeu a devenit așa de complicat,



Copernic.

încât prin veacul al XIII, când s'au calculat table de poziția planetelor, era atâta diferență între pozițiile calculate și cele observate, încât sistemul lui Ptolemeu a devenit absurd.

Copernic (1478-1542) (născut în Thorn în Polonia) înlătură această încurcătură, servindu-se de concepția ce aveau despre univers filozofii greci. În adevăr, Pitagoricienii presupuneau că Pământul și planetele se mișcă în jurul Soarelui; apoi că Pământul are o mișcare de rotație în jurul axei sale. Copernic, bazat pe această teorie,

putu să explice fenomene cu totul particulare relativ la mișcarea planetelor; el așează Soarele în centrul mișcărilor planetelor, dar menținu eroarea celor vechi, că planetele au o mișcare circulară și uniformă în jurul Soarelui.

Copernic așează planetele în ordinea depărtării lor de Soare: *Mercur*, *Venus*, *Pământul*, *Marte*, *Jupiter* și *Saturn* și luând ca

unitate de măsură distanța dela Pământ la Soare, găsi că distanțele planetelor la Soare și duratele lor de revoluție în jurul Soarelui sunt

Planete	Distanța= a	Durata de revoluție= T
♀ Mercur	0,4	88 zile
♀ Venus	0,7	225 "
♂ Pământ	1	365 "
♂ Marte	1,5	1 an 322 "
♃ Jupiter	5,2	11 ani 315 "
♄ Saturn	9,5	29 ani 167 "

Planetele Mercur și Venus fiind mai aproape de Soare ca Pământul, se numesc *planete inferioare* (Fig. 87), iar Marte, Jupiter și Saturn, *planete superioare*.

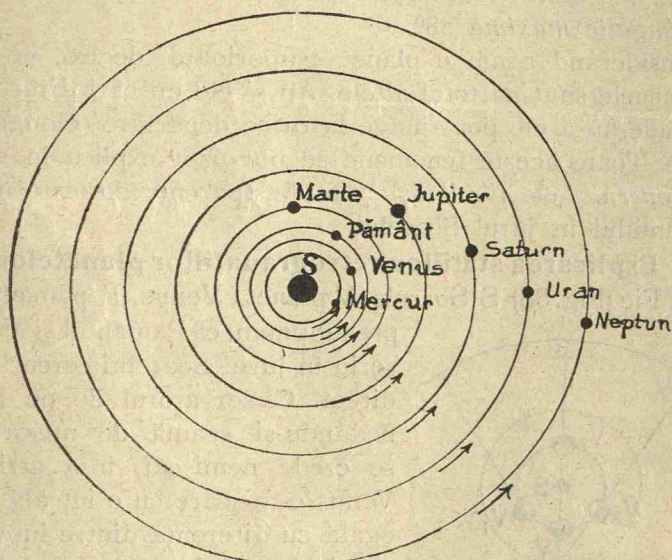


Fig. 87.

Pe sistemul acesta al lui Copernic se clădește Astronomia modernă.

97. Stațiile și retrogradațiile planetelor. Vom arăta că în sistemul lui Copernic, diferitele aparențe ale mișcării planetelor se pot explica foarte ușor. Unele din aceste aparențe sunt *stațiile și retrogradațiile* planetelor. Astfel, privind planeta Venus, către apusul Soarelui și urmărind-o în mai multe seri, se vede că

Venus, care se mai numește luceafărul de seară, se depărtează din ce în ce de Soare, spre răsărit, până la 46° de depărtare unghiulară, când planeta pare că stă; începe apoi din nou a se apropia de Soare, până când se pierde în lumina solară; se vede din nou dimineața răsărind înaintea Soarelui, sub numele de luceafărul de dimineață, se depărtează mereu de Soare spre apus, până ajunge iar la 46° depărtare unghiulară de Soare, numită *elongație maximă*. În acest moment, iar pare că planeta stă și de aci, iar începe a se apropia de Soare și fenomenele se reproduc.

Aceiași particularitate se observă și pentru Mercur, care oscilează de o parte și de alta a Soarelui, având când mișcare directă, când retrogradă, pare că se oprește în momentul când își schimbă direcția mișcării și având ca și Venus mișcare directă mai mult decât mișcare retrogradă. Planeta Mercur are ca *elongație maximă* 28° .

Considerând acum o planetă superioară, de ex., pe Marte, fenomenele sunt cu totul altele. Au și ele mișcări directe și retrograde, însă ele pot ajunge la orice depărtare (elongație) de Soare. Toate aceste fenomene se pot ușor explica în *sistemul lui Copernic*, ele fiind niște simple aparențe datorite mișcării Pământului în jurul Soarelui.

98. Explicarea stațiilor retrogradațiilor planetelor inferioare. Fie (Fig. 88) S Soarele, V planeta Venus, P pământul și să

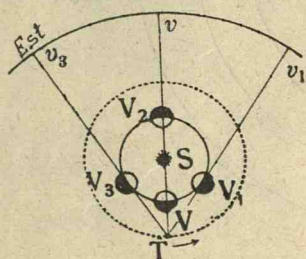


Fig. 88.

presupunem că Pământul și Venus descriu în jurul Soarelui cercuri în sens direct. Observatorul de pe Pământ, nedându-și seamă de mișcarea lui, se crede nemișcat, însă atribuie lui Venus o mișcare cu o iuțelă relativă egală cu diferența dintre iuțelile planetei Venus și a Pământului. Când Venus este în V, unde se zice că planeta este în *conjuncție inferioară* cu

Soarele S în raport cu Pământul, observatorul din T o vede pe cer în v perdută în lumina Soarelui. Când planeta vine în V_1 , el o va vedea mișcându-se în *sens retrograd* dela v în spre v_1 ; în V_1 planeta schimbând sensul mișcării, va părea că stă pe loc în v_1 , deci o *stație*. Când planeta descrie drumul $V_1 V_2 V_3$, o vom vedea pe cer că descrie drumul $v_1 v_2 v_3$ în *sens direct*.

Această faze
a fost ruptă
din carte, folosind
la copiat la țară
pe trim. III 1934-35
St. Dolmaru
J VII

Când V_{ed} este în V_2 , unde se zice că este în *conjuncție superioară* cu Soarele în raport cu Pământul, o vedem pe cer în v , pierdută în lumina solară. În V_3 planeta schimbându-și sensul mișcării, iar va părea că stă pe loc în v_3 . Dela V_3 până la V_1 planeta descrie drumul v_3v în sens retrograd. Mișcarea retrogradă, având loc cât planeta descrie drumul V_3VV_1 , urmează că mișcarea retrogradă este mai mică decât mișcarea directă, care are loc dealungul drumului $V_1V_2V_3$, mai mare ca V_3VV_1 .

99. Explicarea mișcării aparente a planetelor superioare. Fie (Fig. 89) S Soarele, T Pământul, J Jupiter, care să presupunem, că descriu cercuri în jurul Soarelui.

Atribuind sistemului o mișcare egală și de sens contrar cu a planetei Jupiter, aceasta va rămâne în nemișcare, iar Pământul va avea o iuteală egală cu diferența iutelei sale și a lui Jupiter și se va mișca în sens direct. Când Pământul este în T, Jupiter J și Soarele S sunt de aceeași parte a pământului T, când se zice că *Jupiter este în conjuncție cu Soarele în raport cu Pământul*; în acest moment, vedem pe Jupiter în j . Pământul venind în T_1 , va vedea pe Jupiter în j_1 , deci, când Pământul se deplasează din T în T_1 , planeta pare că se mișcă din j în j_1 , în sens direct. Pământul, mișcându-se din T_1 în T_2, T_3 , planeta Jupiter va fi văzută că se mișcă din j_1 în j_3 în sens retrograd. În fine Pământul venind din T_3 în T, Jupiter va fi văzut din j_3 în j , în sens direct. Pământul venind în T_2 , când Jupiter J și Soarele S sunt de o parte și de alta a Pământului, se zice că *Jupiter este în opoziție cu Soarele în raport cu Pământul*.

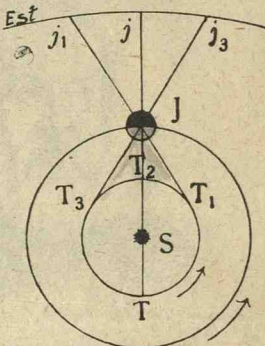


Fig. 89.

100. Fazele planetelor. Galileu. Așa de înrădăcinată era teoria celor vechi, expusă în *Almagestul* lui Ptolemeu, încât cu toate explicările așa de simple date aparențelor în mișcarea planetelor, se găsiră și vrăjmași ai teoriei Coperniciene, care pretindeau să se pue în evidență, pentru planete, ca și pentru Lună, fazele. În adevăr, dacă planetele descriu orbite în jurul Soarelui, ar trebui să prezinte faze ca și Luna. Acestea n'au putut fi puse în evidență în acele vremuri, fiindcă le lipseau

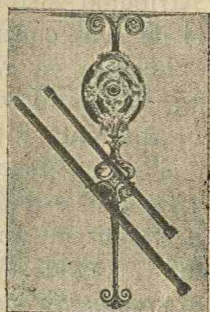
Aceasta
foarte folosit
la copiat, la
teza pe trimestrul III. 1934-35
Zlu Coena
d III.

mijloace precise de observație și numai când *Galileu* îndreptă prima lunetă spre cer se putură descoperi aceste stele și prin urmare se puse în evidență temeinicia teoriei *Coperniciene*.

Galileu este unul din cei mai mari astronomi italieni. El descoperi isocronismul oscilațiilor pendulului; a găsit legea căderii corpurilor, aceea a mișcării proiectilelor. Cu ajutorul lunetei, a recunoscut neegalitățile suprafeței Lunei, arătând cum se măsoară înălțimea munților ei; a observat librațiile Lunei. Observarea petelor Soarelui l'a condus la sfericitatea Soarelui și rotația în jurul său. Cel dintâi a descoperit patru din sateliții



Galileu (1564 – 1642).



Primele lunete ale lui *Galileu*, care sunt conservate în Muzeul din Florența.

lui *Jupiter*. A descoperit fazele lui *Venus*, ceea ce arată evident mișcarea acestei planete în jurul Soarelui.

101. Ticho-Brache. Legile lui Kepler. *Copernic*, deși așezase Soarele în centrul mișcărilor cerești, nu descoperise forma drumurilor descrise de planete în jurul Soarelui; el le credea circulare.

Numai *Kepler* (1571—1630) (născut la *Würtemberg*) fu în stare să arate că orbitele descrise de planete în jurul Soarelui nu sunt cercuri.

Poate că n'ar fi putut face această descoperire dacă n'ar fi avut la îndemână materialul strâns de *Ticho-Brache* (1546—1601) în timp de 35 de ani de observație ¹⁾.

⁽¹⁾ Acesta a fost unul din cei mai abili observatori, mai ales să pe vreme sa nu erau inventate lunetele. A fost chemat de regele Danemarcei unde fondă un Observator astronomic lângă *Copenhaga*.

Metodele întrebuițate de Kepler pentru găsirea legilor sale sunt toate geometrice. După ce reface calculele de 70 de ori, ajunse să formuleze legile sale, analoage ca și pentru Pământ, numite *legile lui Kepler*: I. *Drumurile descrise de planete în jurul Soarelui sunt elipse* ⁽¹⁾ și *Soarele ocupă unul din focare*; II. *Ariile descrise de razele vectoare ale planetelor în mișcarea lor, sunt proporționale cu timpurile ce le-au trebuit să le descrie*; adică, dacă într'o zi a descris aria SAA' (Fig. 90), în două zile va descrie o arie de două ori mai mare ca SAA'; III. *Cuburile axelor mari, a, ale orbitelor (elipselor) descrise, sunt într'un raport constant cu pătratele timpurilor T de revoluție ale planetelor, adică*



Kepler.

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{a'^3}{T'^2} = \dots = K.$$

102. Sateliții lui Jupiter și descoperirea iutelei lum'nei.

După cum planetele se mișcă în jurul Soarelui, s'a putut observa că și în jurul unora dintre planete se mișcă niște corpuri cerești



Ticho-Brache (1546—1601).

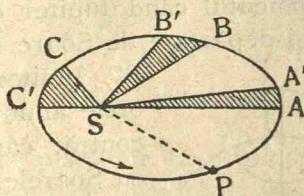


Fig. 90.

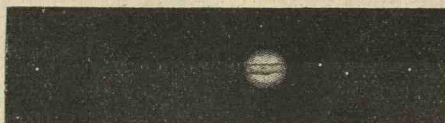
mai mici ca planetele, numite *Sateliți*. În mișcarea lor, *sateliții se supun aceluiași legi ale lui Kepler ca și planetele*.

Astfel s'a descoperit că (Pământul are ca satelit Luna) Marte are 2 sateliți, Jupiter are 9, Saturn 10, Uran 4 și Neptun 1. Doi din sateliții lui Jupiter (primul și al doilea) sunt aproape egali

⁽¹⁾ Așa de puțin turtite, în cât pot fi considerate ca cercuri.

cu Luna, al patrulea e puțin mai mare ca Luna, iar al treilea este și mai mare, întrece pe Mercur și aproape ajunge pe Marte.

Satelitul Titan al lui Saturn, este de două ori mai mare ca Luna.



Jupiter cu 4 din sateliții săi.

loage cu acelea ale eclipselor de lună. În adevăr, Jupiter aruncând îndărătul lui un con de umbră, sateliții lui pătrund înăuntrul acestui con de umbră, în care timp vor dispărea și formează așa numitele eclipse ale sateliților lui Jupiter. Aceste eclipse au servit pentru descoperirea iuștei luminei.

În adevăr, *J. Cassini* (1625—1712), primul Director al Observatorului din Paris, a calculat o tabelă de orele când vor avea loc eclipsele. *Römer* (1644—1710), un astronom danez, observând la Paris eclipsele sateliților lui Jupiter și comparând observațiile sale cu tabelele calculate de Cassini, observă



J. D. Cassini.

că în momentul când Jupiter era în pătrare (Fig. 91), adică la aceeași depărtare de Soare și Pământ (Pământul în P' sau P'' , Jupiter în J), eclipsele aveau loc la orele anunțate în tabelele lui Cassini; din contră, când Jupiter, era în opoziție, J , cu Soarele, adică Pământul P între Soare și Jupiter, fenomenele aveau loc cu 8 minute mai de vreme, iar când Jupiter era în conjuncție, adică Soarele și Jupiter erau de aceeași parte a Pământului, Pământul în P_1 , fenomenele aveau loc cu 8 minute mai târziu.

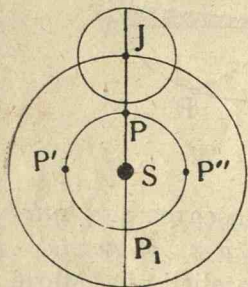


Fig. 91.

Nepotrivirea între cele observate și calculate, făcu pe Römer să conchiză, că această întârziere sau înaintare de 8 minute nu putea să se explice decât numai că în

acest timp lumina ajunge dela Soare la Pământ, adică dela P_1 la S, sau dela P la S, mai ales că se știa că în calculele lui Cassini, observatorul era considerat că se află în S. Se deduce deci că lumina nu se propagă instantaneu și deoarece se cunoștea distanța dela Pământ la Soare, se ajunse să se calculeze iuțeala luminei, împărțind distanța la timpul necesar luminei să ajungă dela Soare la Pământ. Astfel s'a găsit că iuțeala luminei este de 300.000 km. pe secundă.

103. Legea Newtoniană. Gravitația universală. Newton a dedus în 1682 din legile lui Kepler că o planetă, în mișcarea ei în jurul Soarelui, este supusă unei forțe atractive îndreptată către Soare. *Această forță este proporțională cu masa planetei și masa Soarelui și invers proporțională cu pătratul distanței planetei de Soare.* Însemnând cu m și M masele planetei și a Soarelui, cu r distanța planetei de Soare, forța atractivă are ca valoare

$$\frac{f m M}{r^2},$$

f fiind coeficient constant de atracție.

Identitatea atracțiunei cu greutatea. Newton bă-

nuia că forța atractivă, care ține planetele în orbitele lor în jurul Soarelui, este de aceeași natură cu forța care atrage corpurile de Pământ (greutatea, care atrage corpurile de pe suprafața Pământului către centrul său).

Pentru a proba aceasta, observă că un corp de pe Pământ cade cu o accelerație de 9 m., 8. Acest corp, transportat la distanța Lunei, fiind la o distanță mai mare, va fi atras de o forță mai mică (presupunând că greutatea își întinde efectele ei până la Lună). Astfel că Newton calculează accelerația gravitației la distanța Lunei, adică îndoitul spațiului cu cât va cădea în



Newton (1642—1727).

prima secundă spre centrul Pământului un corp așezat la depărtarea Lunei.

Această accelerație fu calculată însă și pe altă cale, considerând că acel corp, dela distanța Lunei, este atras de Pământ conform legii Newtoniene și găsi aceiași valoare ca și în primul caz. *Rezultă deci că există identitate între greutate și atracția newtoniană.*

Gravitația universală. De aci Newton deduse prin generalizare, că *două corpuri oarecare se atrag prin forțe egale și direct opuse, proporționale cu masele și invers proporționale cu pătratul distanțelor.* Acesta este *principiul gravitațiunei universale.*

Îndată ce această lege fu descoperită, Astronomia deveni o știință pur matematică. Aplicând principiul gravității universale, putu să se explice fenomenele mareelor, precesiei echinocțiilor, nutației și a perturbațiilor mișcării planetelor, cometelor și Lunei. Bazat pe acest principiu, Le Verrier descoperi planeta Neptun.

104. Legea lui Bode. Planeta Uran. Descoperirea planetelor mici. Deși cu descoperirea lui Copernic se pusese în evidență, că nu se poate aduce Astronomia la rangul unei științe cu legi și ipoteze arbitrare, după cum au făcut cei vechi, totuș se găsiră și în urma lui Copernic și Newton, moderni, care să caute legi empirice în Astronomie.

Astfel, *Bode* (astronom german) în 1778, caută să dea o lege (găsită mai înainte de *Titius*) la care să satisfacă depărtările planetelor de Soare; aceasta o făcu în modul următor. Luă șirul numerelor

0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384,

așa că următorul să fie îndoitul precedentului; adăugă la fiecare din aceste numere pe 4 și împărțindu-le cu 10, găsi

0,4; 0,7; 1; 1,6; 2,8; 5,2; 10; 19,6; 38,8...

Faptul, că primele numere din acest șir, afară de 2,8, corespund tocmai depărtărilor planetelor Mercur, Venus, Pământ, Marte, Jupiter și Saturn, făcu pe Bode și contemporanii săi să creadă că această lege e generală și contemporanii săi chiar căutară o planetă căreia să-i corespundă depărtarea 2,8.

Descoperirea lui Uran. Legea aceasta păru că are mai multă temeinicie cu ocazia descoperirii planetei *Uran de Herschel* în

1781. Laplace, calculându-i orbita acestei planete, găsi că este la depărtarea 19,2 care e termenul corespunzător şirului lui Bode şi care urmează după 10; deci, cu această descoperire se confirmă *legea lui Bode*.

Descoperirea planetelor mici. Legea lui Bode fiind crezută generală, trebuia să existe o planetă cuprinsă între Marte şi Jupiter, care să fie la distanţă 2,8 de Soare. Kepler observase acest gol înaintea legei lui Bode şi chiar a spus: *inter Martem et Jovem interposui planetam*.

Într'un Congres ținut la Gota (1796), *Lalande* (fost Directorul Observatorului din Paris) propuse să se caute această planetă necunoscută. În adevăr, la 1 Ianuarie 1801, *Piazzi* descoperi la Palermo, o planetă mică necunoscută, *Ceres*, cu depărtarea 2,8. Un astronom german *Olbers*, în 1802, descoperi altă planetă Palas, tot așa de mică ca *Ceres*. În 1804, 1807, *Harding* şi *Olbers*, descoperiră încă două planete mici *Junona* şi *Vesta*, toate având aproximativ aceeaşi distanţă de 2,8 de Soare.

Numărul acestor planete mici a crescut, așa că în 1926 au fost catalogate 1024. Dintre aceste planete mici, *Eros*, descoperită de *Witt* în 1898, are o deosebită importanţă pentru calcularea paralaxei Soarelui, adică a depărtării Soarelui de Pământ.

105. Descoperirea lui Neptun. Legea lui Bode se credea deci căci este generală. Astronomul francez, *Le Verrier*, însă studiind drumul descris de planeta *Uran* în jurul Soarelui, observă că această planetă se abate dela legile lui Kepler şi cu ajutorul legei gravitaţiunii universale, descoperită de *Newton*, *Le Verrier* conchise că trebuie să existe o planetă care să exercite asupra lui *Uran* o acţiune, care să o facă să se abată dela orbita sa. *Le Verrier*, cu ajutorul calculelor, găsi chiar locul unde trebuia să fie acea planetă, o descoperi (în 1846) în vârful condeiului său, cum a spus astronomul *Arago* (1786—1853) (fost Director al Observatorului din Paris).

El scrise astronomului *Galle* din Berlin, care în 1846 zări pe cer în locul indicat de *Le Verrier*, planeta *Neptun*, a cărei distanţă de Soare este 30. Această descoperire a făcut să se observe că *legea lui Bode este arbitrară*, căci, conform acestei legi, i-ar fi corespuns planetei *Neptun* depărtarea 38,8, iar nu 30 după cum a găsit *Le Verrier* (1).

(1) Odată cu *Le Verrier*, *Adams*, bun prieten cu regretatul nostru matematic *Gogu*, descoperi pe *Neptun* prin calcul.

106. Urmașii lui Newton. Urmașii lui Newton înarmați deci cu metode noi de cercetare, putură să ducă mai departe aceste cercetări și, după cum spune *D-l Coculescu în Tratatul elementar de Astronomie*, astronomul adâncindu-se tot mai mult în spațiu, a putut să restrângă neconținut hotarele necunoscutului.



Laplace.

Dintre urmașii lui Newton putem cita pe *Clairaut* (1713—1795), care studiază cel dintâiu mișcarea Lunei în jurul Pământului sub acțiunea perturbătoare a Soarelui (problema celor trei corpuri). *D'Alembert* (1717—1783), care explică fenomenele precesiei și nutației. *Lagrange* (1736—1813) pune bazele Mecanicii cerești și studiază Problema celor trei corpuri. *Laplace* (1749—1827) care afară de *Teoria cosmogonică* asupra formației lumilor, compuse opera celebră *Mecanica cerească*. În sfârșit, *Le Verrier* (1811—1878) care studiază Problema celor trei corpuri și descoperă planeta Neptun.

107. Perioada contemporană. Cercetările în Astronomia matematică au fost continuate de distinși matematicieni astronomi, și, niciodată, poate, Mecanică cerească n'a avut reprezentanți așa de iluștri ca în epoca noastră contemporană. Astfel, au fost *Delaunay* (1816—1872) care a legat numele său de Teoria Lunei. *Tisserand* (1845—1896) (fost Director al Observatorului din Paris), a publicat *Traité de Mécanique céleste* și a lăsat lucrări de valoare asupra Teoriei Lunei.

Poincaré (1458—1913), celebru matematician francez, a lăsat lucrări de mare valoare de Mecanică cerească, care vor rămâne multă vreme ca mină de unde se vor putea inspira cei ce vor dori a face viitoare cercetări astronomice și matematice. Între altele a studiat Figura de echilibru a unui corp deformabil în rotație; primul său memoriu de Mecanică cerească este un studiu asupra Problemei celor trei corpuri; a publicat lucrări de valoare asupra Teoriei undulațiilor electrice, asupra Noilor metode ale Mecanicii cerești, asupra Ondulațiunilor electrice; iar ultima sa carte, apărută câțiva ani înaintea morții sale, asupra Ipotezelor cosmogonice, va rămâne ca o lucrare de mare valoare.

În fine, Dl. *Sundmann*, matematician suedez, care a încoronat cu succes cercetările în Mecanica cerească, rezolvând complet Problema celor trei corpuri (1).

Alături de Astronomia matematică, a luat naștere *Astronomia fizică*, care se dezvoltă continuu, datorită progreselor Opticii, Analizei spectrale, Fotografiei (2). Astronomia fizică sau *Astrofizica* se divide în *Fizica solară*, care studiază constituția Soarelui și *Fizica stelară*, al cărei obiect este studiul structurii stelelor și nebuloaselor.

Creatorul Astrofizicii este *Secchi* (1818—1878) (fost Directorul Observatorului Colegiului roman, fost președinte al Academiei *Nouvi Lincei*, Roma), care s'a ocupat, dela începutul lucrărilor sale, de constituția fizică a corpurilor cerești. Progresele Astronomiei fizice sunt datorite în mare parte astronomilor francezi *Jansen* și *Deslandres* și astronomilor americani și englezi *Lockyer*, *Shapley*, *Eddington*, *Dyson*, *Michelson*, *Slypher*, *Macpherson*, *Adams*, *Hale*, *Ritchey*, etc., care, în admirabilele Observatoare americane, înzestrate cu instrumente fără pereche, ca telescopul *Ritchey* (Profesor american) și *Chrétien* (Profesor la Institutul optic, Paris), și în particular la Observatoarele *Yerkes* și *Muntele Wilson*, întind zilnic și necontenit cunoștințele noastre în domeniul cerului.

NOȚIUNI ASUPRA PLANETELOR ȘI SATELIȚILOR.

108. **Mercur** este cea mai apropiată planetă de Soare. Depărtarea sa de Soare este 0,4 din distanța Soarelui de Pământ și este aproape 58 milioane de kilometri. Elongația maximă a planetei Mercur de Soare (adică unghiul sub care se vede din Pământ distanța dela Mercur la Soare) fiind 28 de grade, se vede că Mercur este cufundat în razele solare, din care cauză este rareori văzut cu ochi liberi, și aceasta are loc numai seara, după apusul Soarelui, sau dimineața înainte de răsăritul Soarelui.

Mercur descrie în jurul Soarelui o elipsă foarte turtită, cu excentricitatea aproape 0,2; durata de revoluție este 88 de zile; viteza în această mișcare este de 47,7 kilometri, și se mișcă cea mai repede dintre toate planetele. Planul orbitei sale în jurul

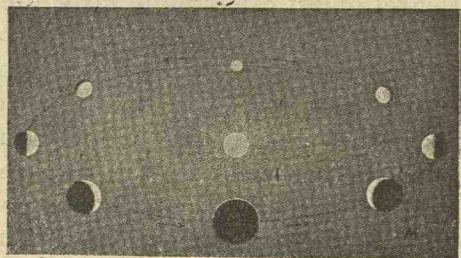
(1) A se vedea *Acta mathematica*, t. 36, *Mémoire sur le problème des trois corps*.

(2) *Niepe* și *Daguerre*, în Franța, în 1839, au descoperit fotografia.

Soarelui este înclinat pe ecliptică cu 7 grade, și are cea mai mare înclinare dintre toate planetele.

Ca și Luna, planetele sunt vizibile prin lumina pe care o primesc dela Soare și pe care o reflectează spre noi. Urmează deci că Mercur prezintă faze ca și Luna.

Cu ocazia ultimelor treceri ale lui Mercur în fața Soarelui, s'a putut determina volumul planetei, care este de 23 ori mai mic decât al Pământului; deci diametrul lui Mercur este aproape 4720 kilometri. De aci se deduce că densitatea lui Mercur în raport cu apa este 5,6, aproape cu aceea a Pământului (5,527).



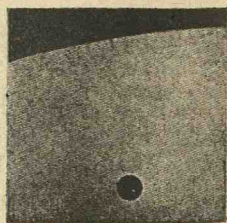
Mercur văzut din Pământ în diferitele sale poziții în orbita sa. Explicarea fazelor planetelor inferioare (Mercur și Venus) Pe măsură ce se mărește faza, discul aparent se micșorează în diametru.

Datorită calculului perturbațiilor pe care corpurile cerești le exercită unele asupra altora, s'a putut determina mas-

sele planetelor inferioare care n'au sateliți. Astfel, pentru Mercur, calculele, unite cu observațiile cele mai recente, au arătat că masa planetei Mercur este $\frac{1}{23}$ din aceea a Pământului.

Pe acest mic glob, unde atracția este așa de slabă, o greutate de 100 kilograme ar cântări numai 35 kilograme, iar un obiect greu ar cădea în prima secundă 1m, 7 (pe Pământ 4m, 9).

Durata rotații în jurul său este greu de precizat, căci suprafața sa prezintă puține accidente care pot servi ca puncte de reper. Unii astronomi cred că durata de rotație este 24 de ore; alții, împreună cu *Schiaparelli* ⁽¹⁾ și *Bosler* ⁽²⁾ admit că această durată este de 88 de zile, egală cu du-



Trecerea lui Mercur în fața Soarelui. Punct alb și aureolă.

(1) *Schiaparelli* (1835–1910), astronom italian, fost Director al Observatorului din Milan.

(2) Director al Observatorului din Marseille.

rata de revoluție a sa în jurul Soarelui. Deci, durata de rotație a lui Mercur în jurul său este încă necunoscută.

Dacă Mercur s'ar mișca în jurul Soarelui în acelaș plan ca și Pământul (în planul eclipticei), ar trebui să vedem planeta în fața discului solar la toate revoluțiile sale în jurul Soarelui, la fiecare conjuncție inferioară a sa cu Soarele în raport cu Pământul (Mercur între Soare și Pământ). Dar planul orbitei planetei Mercur fiind înclinat cu 7^0 pe planul orbitei eclipticei, aceste treceri ale lui Mercur în fața Soarelui au loc numai când conjuncția se întâmplă pe intersecția acestor plane, fenomene destul de rari, care, când se realizează, au loc numai în mai sau noembrie. Prima trecere observată cu luneta (săci nu se văd cu ochiul liber) a fost la 7 noembrie 1631; ultima trecere a avut la 8 noembrie 1927, iar cele viitoare la 10 mai 1937, 12 noembrie 1940, etc.

Aceste treceri ale lui Mercur în fața Soarelui au o importanță astronomică, căci ne dau puțința a determina diametrul planetei.

Dar, cu ocazia acestor treceri, s'a observat că Mercur se abate dela legile lui Kepler. Nepotrivirile ce se observă între locul pe care îl ocupă planetele și acela obținut prin calcule, bazate pe legea lui Newton, sunt neglijabile pentru prezent și un lung viitor. O abatere, totuși, se manifestă în teoria planetei Mercur și anume axa mare a orbitei sale se învârtește într'un secol cu 43 secunde mai mult decât ceea ce s'a prevăzut, sau mai bine, periheliul (punctul orbitei cel mai apropiat de Soare) întrecede prevederile cu această cantitate. S'a calculat în zadar, după exemplul cu Neptun, să se găsească o planetă între Mercur și Soare, care prin atracția sa să aducă această perturbație relativă la periheliul lui Mercur. Aceasta s-a putut însă explica în mod satisfăcător cu *Teoria* cea nouă a lui *Einstein*, care a înlocuit formula gravitațiunei lui Newton cu o lege mai complicată, care nu se depărtează mult de aceasta, decât dacă mișcarea de translație a planetei este foarte repede și dacă excentricitatea orbitei sale este mare, particularități care caracterizează pe Mercur. Această nouă lege aplicată, a făcut să dispară dezacordul de $43''$, totuși D-l *Chazy* (1) a arătat că nepotrivirile asupra înaintărei periheliului lui Mercur se datoresc plecării greșite a calculatoarelor și observatorilor.

Aceste treceri ale lui Mercur au încă altă importanță, referitor la existența unei atmosfere. La suprafața lui Mercur se văd configurațiuni, asupra naturei cărora nu se poate pronunța.

(1) *Chazy*, Profesor la Sorbona, Paris.

Observațiile telescopice arată regiuni umbrite, unele fiind foarte închise, analoage cu cele cenușii ce se văd pe Lună. Dar observarea lor este grea, căci la epocile unde faza de iluminare lasă să se vadă o mare întindere a globului său, acesta fiind atunci mult depărtat, se arată de dimensiuni reduse.

Mai mult, în timpul trecrilor lui Mercur în fața Soarelui, s'a observat uneori un punct luminos pe discul negru al planetei, care de altă parte a apărut înconjurată de o aureolă, atribuită unei atmosfere la suprafața sa. Dar, aceste două fenomene sunt datorite unei iluzii optice. Totuși, unele detalii, ca variațiunea intensității regiunilor întunecate, felul cum se vede umbrită marginea ce limitează faza, par a arăta că Mercur este înconjurat de



Mercur, 30 Martie 1925.



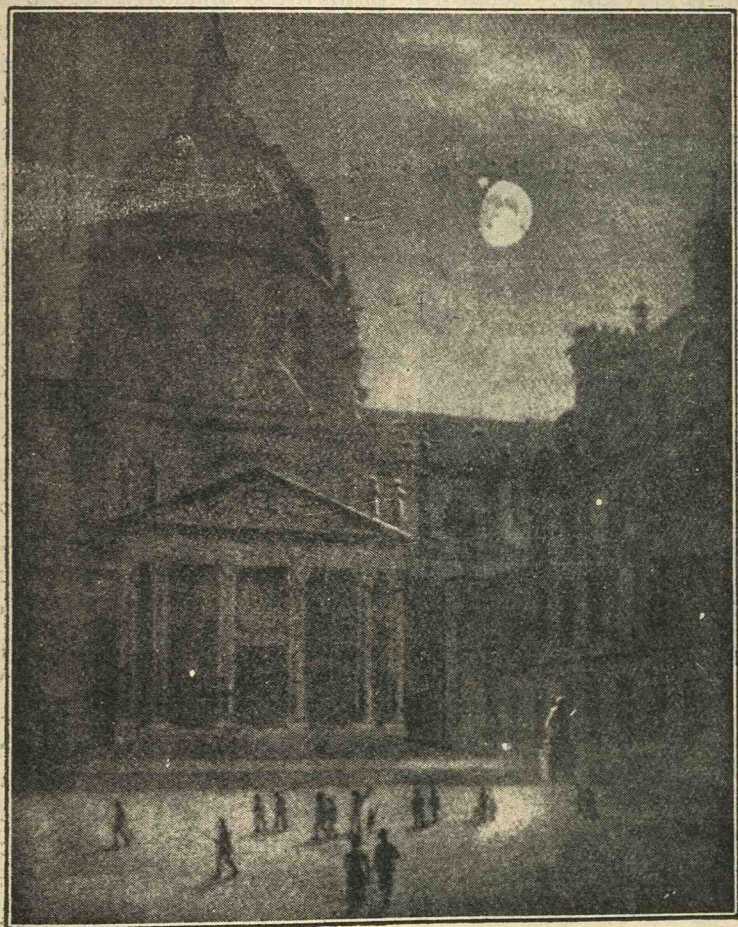
Mercur, 3 Aprilie 1925.

o atmosferă care însă nu este apreciabilă. Această nesiguranță asupra planetei Mercur n'a putut fi înlăturată nici cu ajutorul Analizei spectrale, căci nu toți observatorii au aceeași părere.

109. **Venus.** Depărtarea sa de Soare este 0,7 din depărtarea Pământului de Soare și este aproape 108 milioane kilometri. Descrie în jurul Soarelui în timp de 225 zile o elipsă aproape criculară (cu excentritatea 0,006) și înclinată cu 3^0 pe ecliptică; viteza în această mișcare este aproape 35 kilometri pe secundă (a Pământului 30 km.). Când trece între Pământ și Soare, ajunge uneori la 38 milioane kilometri depărtare de Pământ; deci, după Lună, este cea mai apropiată planetă de Pământ.

Se vede în aceleași condiții ca și Mercur, dar se depărtează

mai mult de Soare, astfel că elongația sa maximă (unghiul sub care se vede din Pământ cea mai mare depărtare de Soare) este 47° și deci poate să fie observată mai bine ca Mercur. Este cea mai strălucitoare dintre toate astrele și se vede și ziua, după



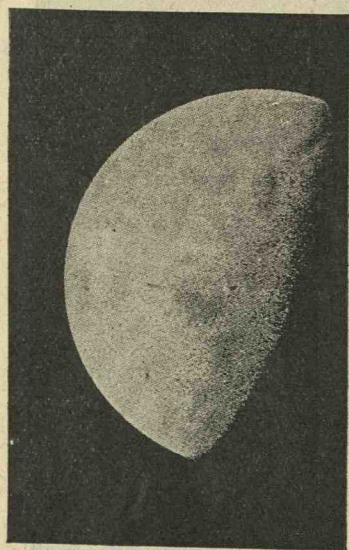
Apropierea lui Marte de Lună, văzută la 5 Noemvrie 1924, la 10 ore 55 minute, în curtea Sorbonei (Paris).

apus și înainte de răsăritul Soarelui, când se numește *lucea-fărul de seară* și *lucea-fărul de dimineață*.

Venus prezintă faze ca și Luna, care au fost observate cu luneta prima dată de Galileu în 1610. În deplasarea lui Venus

pe orbita sa, se observă, că, pe măsură ce faza se mărește, discul aparent se micșorează în diametru.

Massa lui Venus este 0,8 din aceea a Pământului, iar volumul său 0,9; desitatea sa mijlocie este 5,22 (a Pământului 5,52). Diametrul mijlociu este de 12240 kilometri (al Pământului 12742 km.). Ecuatorul pământesc măsoară 40000 kilometri aproape, iar al lui Venus 38620; deci Venus este aproape egal cu Pământul. Un obiect de un kilogram, ar cântări pe



Venus, 18 Martie 1924.

Venus 880 grame; iar un corp ar cădea pe Venus în prima secundă cu 4m, 48, în loc de 4m, 9 ca pe Pământ.

Deși Venus se prezintă în condițiuni de a putea fi bine observată de pe Pământ, totuși planeta este foarte puțin cunoscută, din cauză că puterea reflectoare a lui Venus, sau *albedo* ⁽¹⁾ al său, este foarte mare. Aceasta se datorește faptului că planeta Venus este înconjurată de o atmosferă de două ori mai densă ca a Pământului, care ascunde toate detaliile suprafeței sale, și îi dă planetei un aspect strălucitor de albeață. În adevăr conținutul se vede mult mai luminos decât centrul, ceea ce nu se poate

explica decât admitând existența norilor, cari vor reflecta razele solare mai mult ca discul planetei. Apoi, linia de separație între lumină și umbră nu este lămurită pe discul planetei ca pe cel al Lunei, ci lumina merge micșorându-se dela partea luminată către partea întunecată; această probează că se produce crepuscul ca și pe Pământ, atmosfera planetei refractând razele solare către o zonă a discului, neluminat direct.

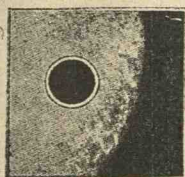
Datorită acestei cauze, nu s'a putut multă vreme determina

⁽¹⁾ *Albedo* al unei planete este strălucirea superficială; este proporția de lumină incidentă care este reflectată de un corp luminat, iar nu luminos prin el însuși.

durata de rotație a lui Venus în jurul său. Acum de curând, în anul 1921, Dl. *Pickering* ⁽¹⁾ a găsit că această durată este 68 de ore, iar axa de rotație fiind culcată pe planul orbitei sale în jurul Soarelui, iar nu aproape perpendiculară pe ecliptică cum este a Pământului.

De asemenea, în anul 1928, D-l *R. Iarry-Desloges* a găsit că înclinarea axei de rotație a lui Venus pe planul orbitei ar fi de $45^{\circ},5$ și unghiul făcut de această axă cu planul orbital $44^{\circ},5$. Astfel, tropicele și cercurile polare ar fi aproape exact suprapuse, zonele temperate fiind cu totul absente. Durata de rotație a lui Venus ar fi de 22, ore, 53 minute.

Ca și Mercur, Venus trece în fața Soarelui, dar aceste fenomene sunt rare. Ultima trecere a avut loc la 6 decembrie 1882,



Inelul luminos reprezintă aici atmosfera lui Venus, când planeta trece în fața Soarelui.



În timpul trecerilor lui Mercur și al lui Venus în fața Soarelui, se produce în momentul contactului un fenomen de optică cunoscut sub numele de *ligament negru*.

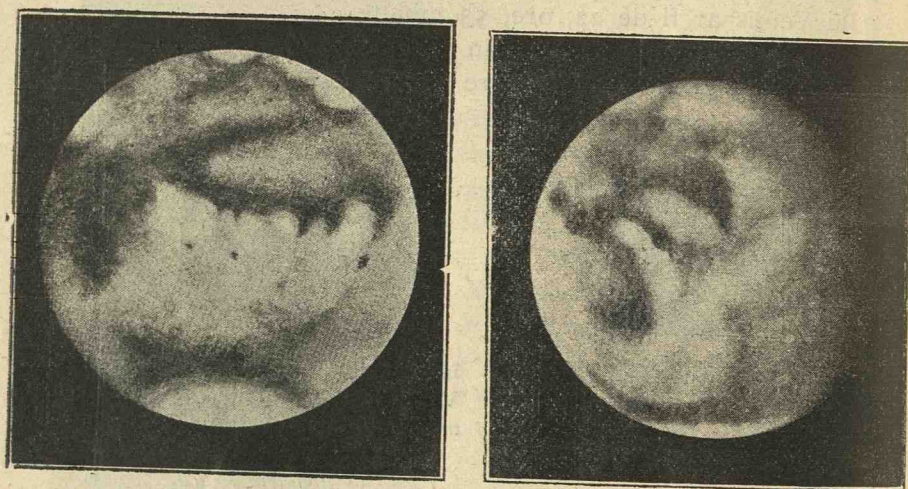
iar cea viitoare la 8 iunie 2004. Aceste treceri au servit în 1761, 1769, 1874 pentru măsura distanței Pământului de Soare, care de altfel a putut fi aflată precis cu alte metode mai simple și ingenioase.

110. **Marte.** Distanța sa de Soare este $1,5$ din distanța Pământului de Soare, și este aproape 228 milioane kilometri. Descrie în jurul Soarelui în 687 zile o elipsă mai turtită decât a Pământului, cu excentritatea 0,09 (a orbitei Pământului 0,016) ⁽²⁾. Viteza în această mișcare este 24 kilometri pe se-

(1) *Pickering*, astronom american, la Observatorul Harvard College, cu ajutorul unui telescop de 1 m. 52 diametru.

(2) F și F' fiind focarele elipsei cu axa mare AA', excentricitatea elipsei este în raport $\frac{F'F}{AA'}$ între distanța FF' dintre focare și axa mare AA'.

cundă. Înclinarea orbitei sale pe ecliptică este de $1^{\circ}51'$. Marte prezintă ocaziuni de a fi bine observat din Pământ, căci, la anumite epoci, când este în opoziție cu Soarele în raport cu Pământul (Pământul între Soare și Marte), Marte este depărtat de Pământ numai cu 56 milioane de kilometri și prezintă Pământului tocmai fața luminată de Soare. Aceste opoziții zise perihelice au loc la interval de 15 sau 17 ani. De aceea Marte este una din planetele cele mai bine cunoscute și care a fost cercetată încă din timpuri depărtate; astfel, deja în 1636, Fon-



Aspectul lui Marte la 8 Decembrie 1928 și 8 Februarie 1929.
Observatorul din Meudon (Franța).

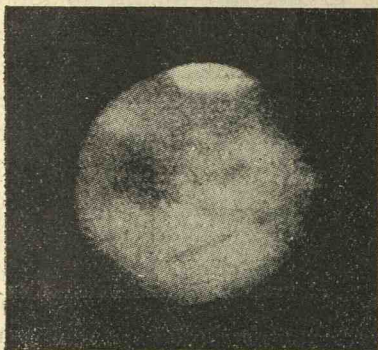
tana descoperi fazele planetei Marte, care, de altfel, sunt mai puțin accentuate ca acelea ale planetelor inferioare.

Diametrul ecuatorial al lui Marte este de 6870 kilometri. Volumul său este de aproape 7 ori mai mic decât al Pământului. Densitatea sa în raport cu apa este 3,9 (a Pământului 5,52). O greutate de un kilogram ar cântări pe Marte 0,38. Un corp greu ar cădea pe Marte în prima secundă cu 1m, 86. Masa sa este 0,1 din aceea a Pământului.

Marte se învârtește în jurul axei sale în 24 ore și 37 minute; aceasta este durata zilei pe Marte. Axa de rotație este înclinată cu 24° pe planul orbitei sale, sau mai clar, planul orbitei lui Marte are o înclinare pe ecuatorul său de 66° , mai mare ca

aceea a eclipticei pe ecuatorul pământesc ($23^{\circ} 27'$). De alta parte, elipsa descrisă de Marte în jurul Soarelui este mai excentrică, adică mai turtită ca elipsa pământească. Rezultă că neegalitățile zilelor și nopților de o parte, și lungirea anotimpurilor de altă parte, sunt mai pronunțate pe Marte decât pe Pământ, căci și anul pe Marte de 687 de zile.

Planeta este înconjurată de o atmosferă de o densitate slabă, puțin încărcată de vapori de apă. Albedo (puterea reflectoare) a acestei planete este deci 0,154, pe când a Pământului 0,44, iar a lui Venus 0,61, care au atmosfera mai densă. Observația a arătat, către regiunile polare ale lui Marte, calote alburii, atribuite prezenței zăpezii și gheții; dimensiunile lor variază, în adevăr, după anotimpurile planetei; ele se micșorează în suprafață către epoca verei martiene a emisferei observate. În urma topirii progresive a zăpezilor, ele dispar astfel până la 87 grade latitudine. S'a putut arăta, prin felul luminei reflectate, că marginea calotei polare este atunci un lichid constituit din apa de topire.



Fotografia lui Marte obținută la Observatorul Lick, de D. Trumpler, la 29 August 1924.

Pretinsele mări sunt regiuni acoperite de vegetație schimbătoare cu anotimpurile planetei.

La suprafața lui Marte se disting unele regiuni mai întunecate, altele mai clare. Cu ochiul liber, el apare de culoare roșiatică. Unii astronomi, cum este Schiaparelli, au observat cu ajutorul telescopului, la suprafața lui Marte, dungi închise, subțiri, rectilinii, câte odată duble, apărând periodic, asemenea unor bande de intensă vegetație și care au fost numite *canalurile lui Marte*; dar nu toți astronomii sunt de aceeași părere asupra existenței obiective a acestor canale.

Marte are doi sateliți *Fobos* și *Deimos*; primul prezintă particularitatea, unică în sistemul solar, că durata sa de revoluție în jurul lui Marte este cu 7 ore și $\frac{1}{2}$, mai mică decât durata de rotație a planetei în jurul ei însăși; al doilea are durata de revoluție

de 30 ore aproape. Acești mici sateliți au fost descoperiți de profesorul american *Hall* cu marea lunetă din Washington, în 1877; diametrii lor sunt aproape de 58 kilometri și 16 kilometri.

112. **Planetele mici** au distanțele până la Soare care variază între 2 și 4, distanța Pământului la Soare fiind luată ca unitate. Duratele lor de revoluție sunt cuprinse între 3 și 8 ani, iar orbitele lor în jurul Soarelui sunt înclinate pe ecliptică în mijlociu cu 8° , dar multe dintre ele au înclinări de 25, 30 și chiar de 48 grade. Aceste mici planete sunt invizibile cu ochiul liber; prima planetă mică, *Ceres*, a fost descoperită de *Piazzi* la Pa-

lermo în 1801, iar astăzi se cunosc peste 1000 (în 1926 erau catalogate 1024) și formează ca o coroană de corpuscule care circulă în jurul Soarelui.



G. Piazzi (1746—1826),

Numărul lor crește continuu, datorită întrebuințării fotografiei; dând instrumentului astronomic o mișcare egală cu mișcarea diurnă, stelele se vor imprima pe placa fotografică ca puncte rotunde și clare, pe când o planetă care se află în acelaș câmp ceresc, în virtutea mișcării sale proprii, va descrie pe clișeu

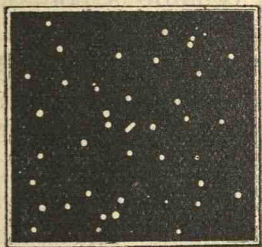
o mică trăsătură, mai mult sau mai puțin lungă după timpul de poză și va avea poziții diferite în raport cu stelele fixe din regiunea învecinată; aceste deplasări disting o planetă de o stea și permit apoi, de a-i calcula elementele orbitei sale.

Unele au diametrul de câțiva kilometri, cele mai mari până la 350 kilometri. Din studiul perturbațiilor pe care aceste planete mici, sau asteroizi, le-ar exercita asupra unor elemente ale orbitei lui Marte, s'a arătat că masa tuturor acestor planete mici este mai mică decât a Lunei.

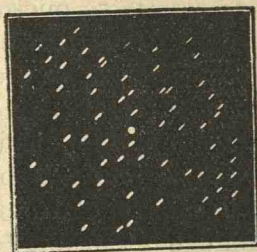
Dintre aceste planete, *Eros*, descoperită la 1898, a jucat un rol însemnat la calcularea exactă a distanței Soarelui de Pământ, care este de 149 milioane kilometri aproape. În adevăr, dintre toate planetele cunoscute, Eros se apropie cel mai mult de Pământ și este aproape la 20 milioane kilometri depărtare, la anumite opoziții ale sale cu Soarele în raport cu Pământul (Pământul între Soare și Eros) (pe când Marte, în aceleași

condiții, la 58 milioane kilometri, iar Venus la 38 milioane). Aceste opoziții favorabile ale lui Eros au loc la 37 ani și cea mai apropiată va fi la 1931.

12. **Jupiter** are depărtarea 5,2 de Soare, aproape 777 milioane kilometri. Este aproape strălucitoare ca Venus și este mai

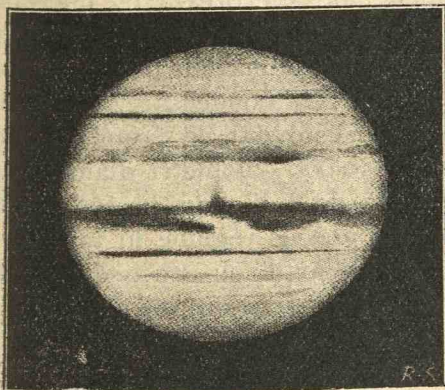


Ecuatorialul fotografic urmează mișcarea diurnă; stelele sunt puncte, iar mica planetă descrie o linie.

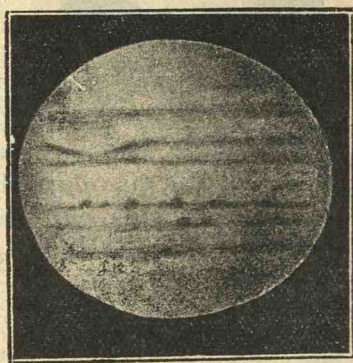


Dacă se imprimă ecuatorialului o mișcare egală cu a planetei mici, stelele descriu linii drepte, pe când imaginea planetei este rotundă.

strălucitoare ca Sirius, cea mai strălucitoare dintre toate stelele. Se învârteste în jurul Soarelui în timp de aproape 12 ani, orbita sa fiind o elipsă destul de turtită, cu excentricitatea mare și



Aspectul lui Jupiter în Sept. 1929.

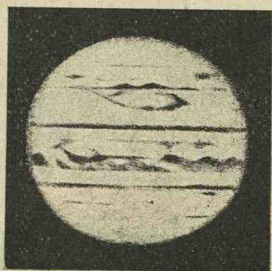


Aspectul lui Jupiter în Iulie 1914.

egală cu 0,05; înclinarea planului orbitei sale pe ecliptică este $1^{\circ} 19'$. Este cea mai mare dintre planete și diametrul său este de 11 ori mai mare ca al Pământului, iar volumul de 1341 ori mai

mare, Masa lui Jupiter este de 317 ori mai mare ca a Pământului. Un corp greu cade în prima secundă cu 12m. 75.

Jupiter se învârtă în jurul său de trei ori mai repede ca Pământul, axa de rotație fiind înclinată cu 3 grade pe perpendiculara pe planul orbitei; din cauza acestei mari iuțeli, globul său este foarte turtit ⁽¹⁾. Ca și pentru Soare, se observă că viteza de rotație se micșorează dela ecuator la poli, și este aproape de 10 ore (9 ore 52 minute). Această constatare exclude ideea unei suprafețe solide pentru Jupiter. În adevăr cu instrumente puternice, se văd la suprafața planetei mari bande clare sau întunecate, dispuse în general paralel cu ecuatorul său; acestea își schimbă și forma și culoarea, par a manifesta o periodicitate ca petele solare după latitudinea lor, și sunt datorite prezenței unei atmosfere foarte deasă, ținând în suspensie mase la diferite grade de condensare. Această constatare, precum și



Jupiter în 5 august 1926.

faptul că densitatea sa este 1,26, analoagă cu a Soarelui (pe când a planetelor Mercur, Venus, Pământului și Marte este aproape egală cu 5; iar a Soarelui 1,42), probează că planeta Jupiter este într-o stare ce seamănă cu a Soarelui. Totuși unele fenomene, ne avertizează cu unele regiuni, prin stabilitatea lor, încă foarte relativă, înseamnă deja pentru Jupiter un început de condensare. Un exemplu tipic este dat de faimoasa *pată*

roșie, o mare regiune ovală de 50.000 kilometri diametru aproape, care a fost deja observată de *J. Cassini* în 1665. Dela 1878, această pată pare că ocupă aceeași regiune în raport cu restul discului planetei; dar această pată nu are o durată de rotație regulată, și la epocile când această durată pare staționară, culoarea petei pare mai clară, ca și cum produse eruptive venite din interior i-ar aduce o viteză lineară mai lentă, ocazionând aceste încetiniri în rotație.

⁽¹⁾ Diametrul polar este $b=134530$ Kilometri, diametrul ecuatorial $a=143499$ Kilometri; raportul $\frac{a-b}{a}$ se zice turtirea, și este egală cu $\frac{1}{16}$ (pentru Pământ $\frac{1}{297}$).

Jupiter are 9 sateliți. Galileu, îndreptând în 1610 luneta sa spre Jupiter, descoperi deodată pe cei 4 mari sateliți ai săi. Doi sunt aproape mari cât Luna, al treilea aproape cât Mercur, al patrulea cu o mărime cuprinsă între aceea lui Mercur și Marte.

Acești patru sateliți au densitate foarte mică, de unde se bănuiește că ar putea fi în stare lichidă sau gazoasă. În 1892, Barnard a descoperit pe al cincilea satelit, foarte mic, cu diametrul de 150 kilometri. În 1904, Perrine, cu aceeaș lunetă de 81 centimetri diametru a Observatorului Lick (California), cu ajutorul fotografii, a descoperit pe al șaselea și al șaptelea. În 1908, Melote, la Observatorul din Greenwich, cu ajutorul fotografii, a descoperit al optulea. În fine, în 1914, Nicholson, la Observatorul din Lick, a semnalat cu ajutorul fotografii pe al noulea, foarte mic, la o distanță de peste 30 milioane kilometri de planetă. Ultimii doi sateliți se mișcă în sens retrograd în jurul planetei, pe când aproape toate mișcările în sistemul solar se efectuează în sens direct.

Primii patru sateliți se mișcă în plane ce se confundă aproape cu al orbitei lui Jupiter; eclipsele acestor sateliți au permis lui Roemer (în 1676) descoperirea în mod aproximativ a vitezei luminei. Ultimele experiențe ale lui Michelson⁽¹⁾ și Newcomb au arătat că această viteză este de 299860 kilometri pe secundă, aproape 300.000 kilometri.

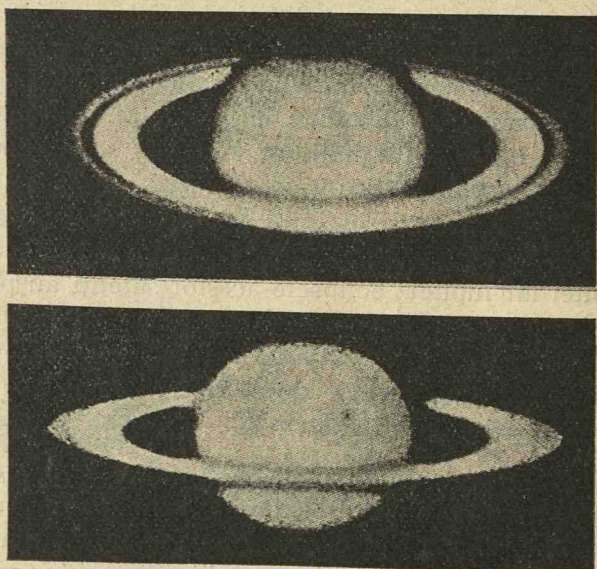
113. Saturn. Distanța sa până la Soare este 9,5, și este aproape un miliard și jumătate kilometri. Este cunoscut din vechime și se vede cu ochiul liber ca o stea de prima mărime. Se învârtește în jurul Soarelui în 29 ani și jumătate, excentricitatea elipsei sale fiind mare și egală $\frac{1}{17}$, iar planul orbitei este înclinat pe ecliptică cu 2 grade și jumătate. După Jupiter, este cea mai mare dintre planete, diametrul mijlociu al lui Saturn fiind 123.200 kilometri (de 9 ori și jumătate mai mare ca al Pământului), iar volumul său de 812 ori mai mare ca al Pământului. Se învârtește în jurul său în 10 ore și 14 minute. Această rapiditate de rotație i-a dat o turtire considerabilă ($\frac{1}{9}$), ceea ce se poate vedea cu o mică lunetă. Planul ecuatorului său este înclinat pe planul orbitei sale cu 27 grade.

Văzut cu lunete puternice, discul său prezintă bande ana-

(¹) Michelson, fizician american; Newcomb (1835–1909), fost profesor de Astronomie la Baltimore.

loage cu ale lui Jupiter, cu perioade de rotație diferite, după latitudine; de unde se deduce, ca și pentru Jupiter, că globul lui Saturn este încă cald și în stare gazoasă, constatându-se prezența unei atmosfere de densitate mare. Este cea mai ușoară dintre planete, densitatea sa fiind 0,64 în raport cu apa. Un corp de 1 kg. ar cântări la suprafața sa 1.09. O greutate ar cădea pe Saturn în prima secundă cu 5 m. 35.

Ceeace caracterizează pe Saturn, este prezența inelelor ⁽¹⁾ care îl înconjoară fără să-l atingă, și care formează o vastă co-



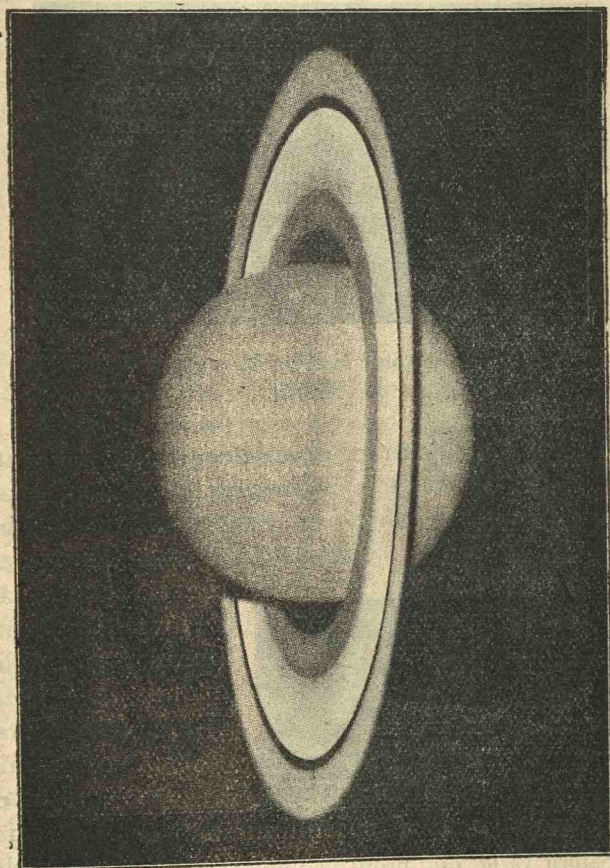
Fotografia lui Saturn în noembrie 1911, noembrie 1909.

roană de cinci ori mai largă decât diametrul Pământului, dar foarte subțire (între 70 și 150 kilometri). Aceste inele se găsesc în prelungirea planului ecuatorului globului lui Saturn, și cum acest plan al ecuatorului este înclinat cu 27° aproape pe orbita planetei, noi vedem aceste inele, când în față deschise, când în profil, cu care ocazie devin aproape invizibile, observându-se atunci numai o linie de umbră subțire pe care o aruncă pe discul lui Saturn. Aceste aparențe se reproduc la

⁽¹⁾ Huyghens a demonstrat în 1650 existența inelelor lui Saturn.

fiecare 15 ani; ultima epocă la care inelele au devenit aproape invizibile, a fost în 1920—1921, iar cea viitoare în 1935—1936; timpul când inelele s'au văzut aproape deschise, a fost în 1929, și se va repeta în 1943.

Cei vechi au crezut că Saturn este înconjurat de un singur

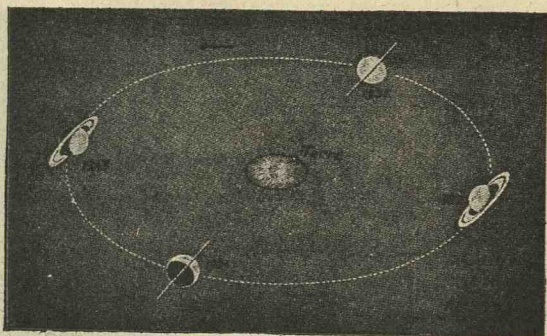


Aspectul telescopic al planetei Saturn în iunie 1924 (Meudon).

inel; de fapt, sunt foarte multe inele, dar se disting mai evident două inele strălucitoare, opace, separate cu un spațiu numit diviziunea lui Cassini⁽¹⁾; un al treilea inel, întunecat, nebulos, este

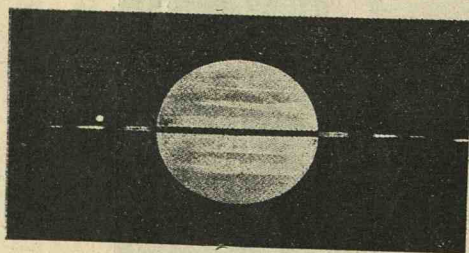
(¹) Descoperită în 1675 de *Cassini*, primul director al Observatorului din Paris, fondat de Ludovic al XIV în 1671.

cel mai apropiat de planetă, și este transparent, căci se văd marginile planetei îndărătul acestui inel. Cu toate diferențele de culoare, ansamblul inelelor pare argintiu, pe când globul planetei pare galben verzui. Cu lunete puternice, inelele se văd



Explicarea aspectului variabil cu timpul al inelului lui Saturn.

formate din mai multe bande, separate prin spații întunecoase. Inelele lui Saturn sunt opace, căci aruncă umbră pe planetă. Se admite că sunt formate din corpuscule solide, discontinue, circulând ca o mulțime de sateliți în jurul planetei; viteza lor în



Inelul lui Saturn văzut din profil (25 noiembrie 1907). Se observă locurile unde se văd condensările inelului.

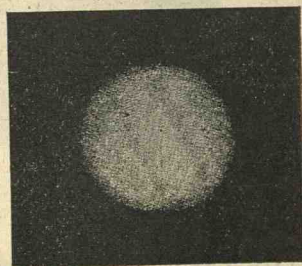
această deplasare este mai mare pe marginea interioară a inelelor, de cât pe marginea exterioară (căci atracțiunea planetei este mai mare), ceea ce s'a putut constata cu ajutorul analizei spectrale. Orbitele lor sunt elipse, unul din focare fiind planeta Saturn.

Saturn are 10 sateliți, aproape toți așezați în planul inelelor. Primul a fost descoperit de Huyghens în 1655, și este ceva mai mare ca Luna. Ultimii doi, foarte mici, descoperiți tofografic, de D-I Pickering (în 1898 și 1914), au orbitele înclinate cu 13° pe ecuatorul planetei, și circulă în sens retrograd.

114. Uran. Distanța sa la Soare este 19,2 și este aproape 3 miliarde kilometri. A fost descoperit de *Herschel* ⁽¹⁾ în 1781, crezând întâia oară că este o cometă. Urmărind mai mulți ani mișcarea sa, observă că este o planetă cu durată de revoluție în jurul Soarelui de 84 ani. Orbita sa este o elipsă cu excentricitatea 0,04, înclinată pe ecliptică cu $0^{\circ}46'$, viteza în această mișcare fiind 6 km., 6 pe secundă. Această planetă este invizibilă cu ochiul liber și apare ca o stea de mărimea șasea sau a șaptea. Are diametrul de 49.000 kilometri (de 4 ori mai mare ca al Pământului), volumul său fiind de 59 ori mai mare ca al Pământului.

Durata sa de rotație se crede că este de 10 ore 45 minute; deci turtirea globului său este considerabilă și egală $\frac{1}{13}$. Este singura planetă care se mișcă în sens retrograd în jurul său, axa de rotație fiind înclinată cu 83° pe planul orbitei sale.

Massa lui Uran este de 17 ori mai mare ca a Pământului. O greutate de 1 kgr. ar cântări pe Uran 1 kgr. 40; un corp greu ar cădea cu 5m, 1 în prima secundă.



Uran.

Cu ajutorul telescopului, se distinge la suprafața lui Uran puține detalii, și anume bande difuze și subțiri, reamintind norii lui Jupiter. Densitatea sa este foarte mică, 1,54, aproape cât a Soarelui și a lui Jupiter, de unde urmează că Uran este încă o masă fluidă.

Saturn are 4 sateliți mici, cu diametrul cuprins între 650 km. și 1300 kilometri. Toți se mișcă în jurul planetei în sens retrograd și aproape în același plan, care este înclinat pe planul orbitei planetei cu un unghi ceva mai mare 90° (face cu planul eclipticei un unghi de 82° grade).

115. Neptun a fost descoperit de *Le Verrier* în 1846. Distanța sa de Soare este 30 și este aproape 4 miliarde și jumătate

(1) *Herschel* 1738—1822, născut la Hanovra, a trecut în Anglia pentru a profesa meseria de muzicant, începu a studia astrele la vârsta de 36 ani și deveni unul din cei mai mari astronomi. În toate ramurile Astronomiei a făcut descoperiri; a perfecționat telescopul, pe care l'a construit el însuși, și fondă Astronomia fizică.

de kilometri și apare ca o stea de mărimea a opta. Durata sa de revoluție în jurul Soarelui este 165 ani, orbita sa fiind aproape circulară, cu excentricitatea $1/112$, planul orbitei sale fiind înclinat pe ecliptică cu $1^{\circ}47'$. Are diametrul de trei ori mai mare, ca al Pământului și volumul de 72 ori mai mare. Masa lui Neptun este de 17 ori mai mare ca a Pământului. Un corp de 1 kgr. cântărește pe Neptun 1 kgr., 1, iar o greutate

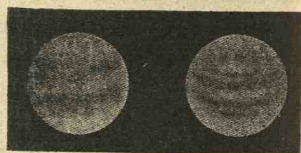


Le Verrier.

cade în prima secundă cu 5m, 42. Cu ajutorul Analizei Spectrale, s'a arătat că Neptun se învârtește în jurul său în 7 ore și 45 minute, deci foarte repede, ca toate planetele mari. Mica densitate a lui Neptun, egală cu 1,3, ne autorizează să credem că această planetă este încă în stare primitivă de condensare și în întregime gazoasă. Neptun are un singur satelit (descoperit la 1846), de aceeași mărime cu Luna și care se învârtește în sens retrograd în jurul planetei.

116. Planeta Transneptuniană. Existența planetelor transneptuniene a fost de mult prevăzută. Încă, în 1834, înaintea descoperirii lui Neptun, Hansen prevedea două planete pentru explicarea perturbațiilor lui Uran. Le Verrier, imediat după descoperirea lui Neptun, întrevedea posibilitatea de a găsi alte planete mai depărtate. În 1879, *Flammarion* (fondatorul Societății Astronomice din Franța) a calculat că planeta transneptuniană ar fi la distanța 48 de Soare. Dar *Lowell* ⁽¹⁾, astronom american, a publicat în 1915 elementele eliptice ale unei noi planete transneptuniene, pe care o credea în constelația Gemenii. De asemenea, *Pickering* a calculat în 1919 elementele acestei noi planete.

În urma prezicerilor lui Percival Lowell, s'au început cercetări la Observatorul Lowell, în Flagstaff, Arizona (Statele Unite), și D-1 *Shapley*, Directorul Observatorului din Flagstaff



Aspectul lui Neptun
(1919 și 1920).

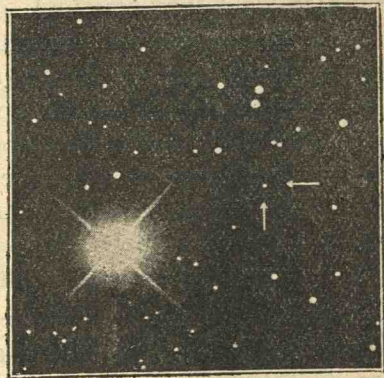
(1) Mort în 1916.

a anunțat, în ziua de 13 Martie 1930, descoperirea unui nou corp ceresc, de către tânărul asistent *Tombaugh*. A propus la început să fie numit *Corpul ceresc transneptunian* și mai târziu *Pluton* (în legătură cu cele două inițiale ale lui Percival Lowell, prezicătorul acestui corp ceresc).



Fotografia lui *Flammarion* și *Percival Lowell*, în 1908.
la Observatorul din Juvisy (Franța).

Toate Observatoarele astronomice mari din lume au început cercetări pentru aflarea elementelor acestui nou corp ceresc, și în special Observatoarele Lowell și cel din Paris le-au găsit unele aproape aceleași și sunt următoarele. Se află în constelația Gemeni, la depărtarea 41,3, de mărimea 15-a, excentricitatea 0,9 (superioară lui 0,15). Corpul ceresc ar descrie o elipsă foarte alungită, analoagă cu aceea a unei comete, în 3200 ani (după D-l Shapley). Se crede că diametrul său este cuprins între acel al Pământului și al lui Uran, că este la o temperatură foarte scăzută, și că este cea mai veche.



Corpul ceresc transneptunian fotografiat la Observator Lowell din Flagstaff (steaua mare S Gemenii).

COMETE. STELE CAZĂTOARE. BOLIZI ȘI AEROLIȚI.

117. **Aspectul și constituția cometelor.** Dacă se fac observații cu lunete puternice, se observă că printre stele sunt unele care au o mișcare printre ele și că au forme speciale. Aceste corpuri cerești, numite *comete*, sunt uneori văzute cu instrumente puternice.

Aspectul unei comete este caracteristic, cu toate că aceeaș cometă se prezintă sub aparențe variabile după distanța sa de Soare. Când este în apropierea lui, o cometă se compune în general dintr'un sâmbure strălucitor numit nucleu, înconjurat de o masă (nebulozitate) mai rară, numită coamă, a cărei strălucire se micșorează cu cât se depărtează de sâmbure; nucleul și coama formează capul cometei; apoi, dintr'o coadă sau mai multe, care pot să aibă dimensiuni foarte mari, și care se întind în general în partea opusă Soarelui. Astfel, cometa din 1811, avea sâmburele și (coama) cu nebulozitatea înconjurătoare mare cât Soarele și coada cât distanța dela Pământ la Soare.

Figura cometelor este continuu variabilă. Când o cometă a fost descoperită foarte departe de Soare, cu ajutorul lunetelor puternice, ea apare mai întâi cu o lumină slabă, formată dintr'un nucleu strălucitor înconjurat de o nebulozitate. Apoi cometa apropiindu-se de Soare, nucleul se deformează. Materia care îl constituie, mai puțin densă de cât aceea a planetelor, este sediul unor perturbări violente datorite atracțiunei Soarelui. În fine apare coada, care este constituită dintr'un mediu foarte rarefiat, căci stele foarte puțin strălucitoare pot fi văzute prin coada cometei, fără să se micșoreze strălucirea lor și fără urmă de refracție a luminei.

După ultimele teorii, se crede că masa unei comete este concentrată în nucleul său, și că este constituită dintr'o aglomerare de corpuscule solide foarte apropiate unele de altele, și ale căror dimensiuni variabile ar putea să atingă uneori pe acelea ale unor blocuri enorme. Această aglomerare de corpuscule ar fi cufundată într'o atmosferă rarefiată, ale cărei particule ar fi respinse departe de către lumina Soarelui. Acest fenomen, care ar da loc dezvoltării cozei, ar explica pentru ce coada are cea mai mare întindere către periheliul orbitei sale, adică atunci când cometa este cea mai apropiată de Soare.

Este probabil că fenomene electrice intervin deasemenea în formarea cozilor cometelor.

Analiza spectrală arată aproape în toate aceste atmosfere (coame) prezența carbonului și hidrogenului, probabil chiar în stare de combinare; în adevăr, lumina emisă de comete dă naștere la un slab spectru continuu, brăzdat totdeauna de trei raze strălucitoare, de culoare galbenă, verde și bleu. Spectrul continuu al cometelor foarte strălucitoare, deși slab luminat, totuși lasă să se vadă dungile întunecate ale spectrului solar; de unde rezultă că o parte din strălucirea cometelor provine din lumina solară reflectată.

118. Orbitele cometelor. Cometele descriu în jurul Soarelui elipse, se supun *legei ariilor* a lui *Kepler*, Soarele ocupând unul din focare. Planele acestor orbite au orice înclinare pe planul eclipticei aceste elipse pe care le descriu în jurul Soarelui putând fi oricât de turtite. Unele elipse sunt așa de lungi, în cât sunt comete ce au revoluții în jurul Soarelui de durate foarte mari. În aceste ultime cazuri, cometele cari se mișcă pe orbite așa de alungite, par că descriu drumuri neînchise ca iperbolă și parabolă ⁽¹⁾. Se crede, însă, că orbitele tuturor cometelor



Mișcarea unei comete și pozițiile succesive ale cozii totdeauna opusă Soarelui.

⁽¹⁾ Secțiunile unui con de rotație cu un plan se zice *conice*. Dacă planul secant nu este paralel cu nici o generatoare a conului și nu taie decât o pânză secțiunea este o *elipsă* (Fig. 92); dacă planul secant este paralel cu o gene-

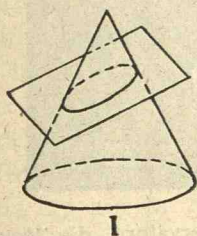


Fig. 92.

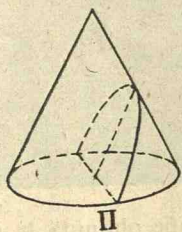


Fig. 93.

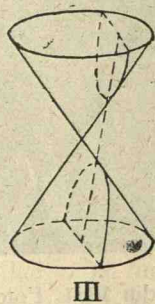


Fig. 94.

ratoare a conului, secțiunea este o *parabolă* (Fig. 93); când planul secant taie cele două pânze ale conului, secțiunea este o *iperbolă* (Fig. 94). Cercul este un caz particular de elipsă cu axă mică egală cu axa mare.

sunt numai elipse. Cometele se văd numai pe o parte a drumurilor și numai în apropierea Soarelui. Cometele își schimbă uneori forma orbitelor lor, căci se poate ca o cometă, când se



Cometa din 1881. Fotografie obținută la Observatorul din Meudon
la 30 Iunie.

apropie de o planetă, de exemplu de Jupiter, să-și schimbe, sub influența planetei, direcțiunea și mărimea iuțelei, așa că, pe când înainte orbita sa era mai rotundă, adică era posibil ca acea

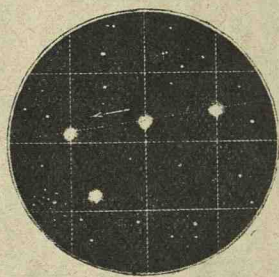
cometă periodică să apară după un timp mai scurt, acum se va mișca pe o elipsă mai lunguiată, adică acea cometă să apară după foarte mult timp. Astfel, cometa *Lexell*, a cărei apariție în 1770 a permis a i se calcula perioada sa de cinci ani și jumătate, n'a mai apărut. S'a arătat că toate aceste abateri ale cometelor sunt consecințele legii gravitațiunii universale, și de atunci cometele au fost alipite la sistemul nostru solar. Orbitele lor se deosebesc numai prin lungimea axei mari, și prin urmare, prin durata lor de revoluție. Astfel, sunt comete care se învârtesc în jurul Soarelui în trei ani aproape, altele în mii de ani. Dintre cometele periodice, numai pentru vreo 60 s'a observat reîntoarcerea lor.

119. Dimensiunile și masele cometelor. Odată cunoscută distanța unei comete de Pământ la un moment dat, se poate deduce mărimea reală a astrei din mărimea sa aparentă. Capul unei comete (nucleul și coama) poate să ajungă diametrul Soarelui, nucleul fiind însă de dimensiune analoagă cu a Pământului.

Coadele își măresc dimensiunea și strălucirea pe măsură ce cometa se apropie de Soare; astfel, cometa din 1843 avea coadă a cărei lungime era mai lungă ca distanța de la Pământ la Soare. Dar, masele cometelor sunt extrem de mici. Cum dimensiunile lor sunt considerabile, densitățile lor mijlocii apar foarte slabe, de 10.000 ori mai mici ca aceea a aerului. Masele cometelor sunt extrem de mici în raport cu acelea ale planetelor.

În adevăr, cometa Brooks, descoperită în 1889, acoperise în 1886, după cum au arătat calculele, aproape întreaga suprafață a lui Jupiter. Forma orbitei cometei a fost foarte mult influențată de această apropiere, căci perioada a fost redusă dela 27 ani la 7 ani; dar așa de mică este masa unei comete, în cât nici o perturbare n'a fost observată în mișcarea lui Jupiter sau a sateliților săi.

120. Comete periodice. Familii de comete. Printre cometele periodice, cele principale sunt următoarele. *Cometa Hal-*

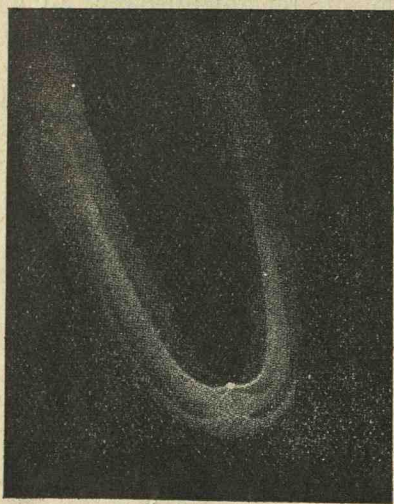


Cum se distinge o cometă de o nebuloasă. Prima se deplasează repede printre stele, a doua (pata de jos) rămâne fixă în câmpul stelar.

ley⁽¹⁾, observată în 1862 de Halley, are durata de revoluție 76 ani; această cometă a apărut în 1910. Mișcarea sa este retrogradă, pe când toate celelalte comete periodice descriu orbita lor cu o mișcare directă. Cometa se apropie de Soare mai mult ca de Mercur și se depărtează mai mult ca Neptun.

Cometa Enke, cu durata de revoluție 3 ani și $\frac{1}{3}$. Ea se apropie de Soare mai mult ca Mercur și se depărtează mai puțin ca Jupiter.

Cometa Biela avea o perioadă de 6 ani și $\frac{1}{2}$; s'a descompus



Cometa Coggia,

în 1846 în două comete, fu văzută din nou în 1852, ca două comete, dar de atunci nu s'au mai văzut; în anii 1872 și 1885 s'au văzut în locul lor un mare număr de stele căzătoare. Cometa Biela deci nu mai există, ci numai sfărămăturile ei.

Cometa Faye, are ca perioadă 7 ani și jumătate.

Cometele prezintă între ele de o parte, și cu câteva planete de altă parte, legături strânse și formează *familii de comete*. Cometele din 1843, 1880, 1882 au descris aproape aceeaș or-

bită și au prezentat aspecte analoage; poate că au făcut parte dintr'o cometă mai mare, care s'a dezagregat sub influența solară. *Famiile* de comete zise ale lui *Jupiter*, *Saturn*, *Uran* și ale lui *Neptun*, sunt constituite din comete, care, la cea mai mare distanță a lor de Soare, la afeliul lor, sunt foarte vecine de orbitele acestor diverse planete.

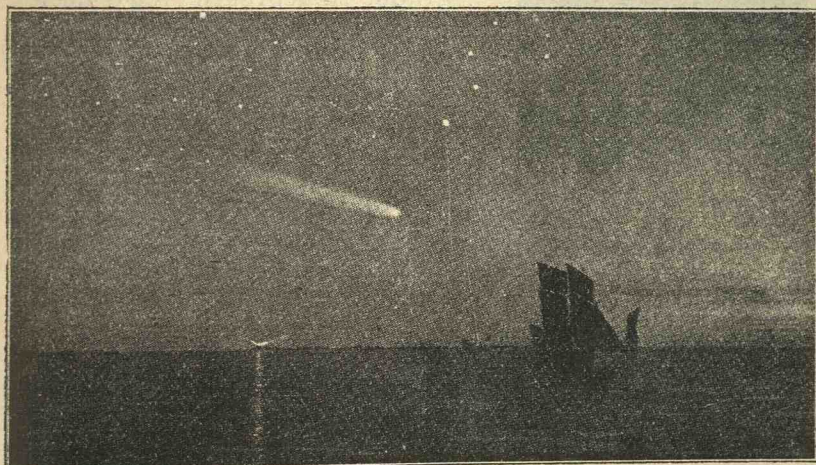
Familia lui Jupiter constituie un grup important. Două zeci și trei de comete periodice au afeliul lor depărtat de Soare cu o distanță cuprinsă între patru și șase ori raza orbitei pământului, pe când afeliul lui Jupiter este depărtat de Soare de cinci ori cât raza pământească. Perioadele lor de revoluție variază

(¹) *Halley* (1656—1742), astronom englez.

între trei și opt ani. Printre acestea sunt cometele Brooks, Brorsen, d'Arrest, Pons-Winnecke care a trecut la 6 milioane kilometri de Pământ în iunie 1927, Perrine, mai multe comete cu numele de Tempel, Vico, Wolf, Faye.

Familia lui Saturn cuprinde patru comete periodice cu perioadele între 12 și 18 ani, din care una este cometa *Tuttle*; distanțele afeliurilor fiind cuprinse între 9,4 și 10,5, pe când distanța mijlocie a planetei Saturn este 9,5.

Familia lui Uran cuprinde trei comete, din care una este aceea



Cometa Hallei în Iunie 1910 (va reveni în 1986).

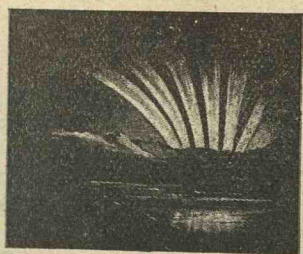
ce dă naștere meteorilor care se văd periodic pe cer către 13 noembrie; depărtările afeliurilor sunt aproape egale cu 19.

Familia lui Neptun e formată din opt comete, cu distanța afeliurilor aproape egală cu 30; din aceasta face parte cometa Halley.

Sunt și comete *transneptuniene*, dar durata lor de revoluție nu este încă precizată, din cauza lungimei perioadei cuprinsă între 120 și 1000 de ani aproape. Această familie conține azi peste 20, dintre care 7 sunt retrograde, numărul celor cu mișcare retrogradă mărindu-se pe măsură ce cometele sunt mai depărtate de Soare.

121- **Cometele cele mai însemnate. Comete recente. Co-**

mete telescopice. Istoria a înregistrat câteva comete însemnate, care au înspăimântat oamenii martori ai apariții lor. Între acestea, sunt următoarele. *Cometa Chéseaux*, văzută în 1744, care avea șase coade, ce se puteau vedea cu ochiul liber în timpul zilei, în cursul lunii martie. *Cometa din 1811 descoperită de* Flaugergues, avea coada lungă de 176 milioane kilometri, mai mare ca distanța de la Pământ la Soare. *Cometa din 1843*,



Cometa Chéseaux.

avea o coadă subțire lungă de peste 320 milioane kilometri, și era văzută sub un unghi de 60 grade. În februarie 1843, nucleul și coama sa înconjură Soarele cu viteza de 550 kilometri pe secundă, trecând numai la 52000 kilometri depărtare de Soare, adică în plină regiune unde se manifestă protuberanțele solare. Cu toată apropierea sa de masa so-

lară, cometa a reapărut zilele următoare, fără nici o schimbare în structura sa. *Cometa Donati*, descoperită în 1858, avea de asemenea o coadă remarcabilă prin curbura și strălucirea sa, formată din mai multe părți; partea principală, cea mai luminoasă, era așa de încovoiată că avea aspectul unei secere, pe când celelalte două mai slabe, tangente la cea dintâi, mergeau în linie dreaptă la o distanță de peste 88 milioane kilometri. Perioada acestei comete este probabil 1950 ani; adică astronomi o vor revedea în anul 3808.

Cometele mai de curând descoperite sunt cele din 1861, 1862, 1865, aceea din 1874 (cometa Coggia), și în fine cea din 1882, a cărei coadă se întindea pe o lungime de 112 milioane kilometri.

Alături de cometele ale căror aparițiuni au fost senzaționale, sunt un mare număr de comete telescopice, care nu se văd cu ochiul liber, ci cu ajutorul telescoapelor. Dând telescopului o mișcare egală cu a sferei cerești, cometele apar în câmpul telescopului cu o slabă lucire care se mișcă printre stele,



Halley
(1656—1742).

spre deosebire de nebuloase care par că sunt fixe față de stele. Pe placa fotografică, stelele apar ca puncte luminoase, pe când cometele dau dungi luminoase. Din contră, dând instrumentului o mișcare egală cu a cometei, aceasta apare ca fixă pe placa fotografică, pe când stelele dau linii luminoase.

Numărul cometelor telescopice crește anual. Dintre ele, multe au fost descoperite de astronomii francezi *Borelly* (18 comete), *Stephan* (4), *Tempel* (9), *Coggia* (8, din care cea mai remarcabilă fiind cea din 1874), *Pons* (27) ⁽¹⁾, *Messier* (13), *Méchain* (8), *Giacobini* (20) ⁽²⁾, iar în America de *Brooks* (20), *Barnard* (19), *Perrine* (13), *Swift* (11).



Cometa Giacobini (1905).

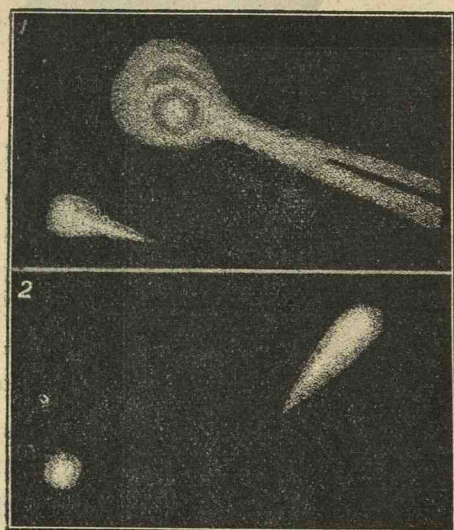
122. Stele căzătoare. Aproape în fiecare noapte, când cerul este senin, se văd apărând pe cer puncte luminoase având aspectul unei stele; ele se deplasează repede și încetează de a străluci după una sau două secunde, lăsând ochiului impresia unei dăre (linii) luminoase; acestea sunt stelele căzătoare. S'a calculat că punctele lor de apariție se găsesc în atmosfera pământului la o înălțime mijlocie de 120 kilometri, și că se sting la o înălțime de aproape 80 kilometri. Viteza mijlocie de deplasare a stelelor căzătoare este de 40 kilometri pe secundă.

Sunt unele regiuni ale cerului, numite radiante, de unde, în anumite epoce ale anului, stelele căzătoare vin mai multe. Așa, dela 19 la 30 aprilie, dela 9 la 11 august, vin dinspre constelația Perseu, și se numesc *Perseide*; pe la 15 noembrie vin dinspre constelația Leul și au numirea de *Leonide* și către 27 noembrie vin dinspre constelația Andromeda, din

(1) Fost mai întâi portar al Observatorului din Marseille (Franța), unde au fost descoperite cele mai multe comete telescopice; apoi, la acelaș Observator, dela 1813, astronom ajutor, iar în 1825, Directorul Observatorului din Florența.

(2) Astronom la Observatorul din Paris.

care cauză acele stele căzătoare se numesc *Andromedide*. Originea stelelor căzătoare se explică astfel. Sunt curenți de ma-



Dedublarea cometei Biela.

1. Văzută în 1846, după Struve ;
2. În 1852, după Secchi.

terie cosmică formată din mici corpuscule, care circulă în formă de inele eliptice în jurul Soarelui, iar Pământul taie anual aceste inele (Fig. 95). Când aceste corpuscule în mișcare întâlnesc atmosfera pământeană, se încălzesc prin frecare și sunt aduse în stare incandescentă; ele se volatilizează în general complet și dau naștere la stele căzătoare.

În fiecare an Pământul traversează din nou curentul de corpuscule sau meteoriți, care sunt alții de cât cei întâlniți anul precedent, căci pe-

rioadă de circulație a meteoriților nu este de un an. S'a putut pentru anumiți curenți, să se fixeze aproximativ durata de revoluție. Mai mult, densitatea corpusculilor nu este aceeași dealungul inelului. Dacă Pământul traversează o regiune unde materia este mai mult condensată, ploaia de stele căzătoare este mai abondantă. Astfel, pentru roiul Leonidelor, numărul meteorilor apăruiți este cel mai mare la 33 de ani aproape; aceasta este durata de revoluție a roiului. Roiurile descriu traectorii eliptice foarte lunguețe, Soarele ocupând unul din focare.

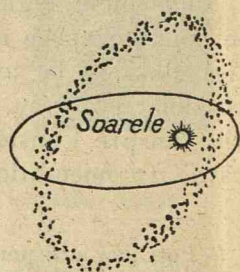


Fig. 95.

S'a arătat, cu ajutorul Analizei spectrale, după cum și Schiaparelli a afirmat, că este o legătură între stelele căzătoare și între comete, admitând că stelele căzătoare ar fi re-

zultatul dezagregării materiei cometelor, căci s'a observat că, în vecinătatea periheliului lor (poziția cea mai apropiată de Soare), cometele suferă o influență de împrăștiere datorită căldurei Solare. În adevăr, s'a putut verifica această afirmațiune, stabilindu-se că orbita materii cosmice a curentului *Perseidelor* este identică cu aceea a cometei *Tuttle* descoperită în 1862; aceea a *Leonidelor*, cu orbita cometei *Tempel* (1866); iar aceea a *Andromedidelor* este identică cu a cometei *Biela*, care dispărând în 1852, a apărut în locul ei la 1885 o adevărată ploaie de stele.

123. **Aeroliți. Bolizi.** Unele din corpurile care formează inelele ce circulă în jurul Soarelui, pot ajunge la suprafața Pământului înainte de a fi consumate prin ardere, cum a fost în cazul stelelor căzătoare. Acestea se numesc bolizi, meteoriți sau aeroliți (pietre din cer).



C. Flammarion
(1842—1925). Vulgarizator
al Astronomiei, Fondato-
rul Societății Astronomice
din Franța.

Acești meteoriți sunt sau metalici sau de origine pietroasă. Meteoriții metalici conțin 80 la sută fier, iar restul nichel și crom; cei de origine pietroasă au o compoziție analogă cu aceea a lavei vulcanilor, cu mici cantități de fer. În rezumat, în aceste pietre meteorice se găsesc aproape aceleași corpuri simple care se găsesc și pe Pământ; însă, nimic asemănător cu materialele terenurilor pământenești stratificate, adică nici roci, nici calcare, care să reamintească acțiunea apei oceanelor sau a vieții.

De cele mai multe ori, bolizii cad izolați; dar au fost cazuri când au apărut ca o adevărată ploaie de pietre, cum a fost în 1803 la Laigle (Orne, Franța), unde un mare număr de proiectile au bombardat regiunea pe o lungime de 11 kilometri, pietrele căzute cântărind unele mai mult de 10 kilograme. Sunt și meteoriți (ce se mai zic și uranoliți) care cântăresc mii de kilograme; Peary, exploratorul polului nord a găsit în Groenlanda un uranolit în greutate de 36 tone și jumătate.

Printre cei mai interesați bolizi, putem cita cel dela 14

martie 1864, care a căzut deasupra localității Orgueil (Franța) și făcând explozie s'a sfărâmat într'o mulțime de pietre meteorice; cel din Madrid în 1896. Cel mai nou, la 7 ianuarie 1914, a avut o mărime ce întrecea pe a Lunei, a traversat Franța dela est la vest, a strălucit de trei ori dealungul acestui drum, iar sgomotele detunăturilor au fost auzite pe o întindere mai mult de 200 kilometri dela punctele de explozie.

MĂSURA DISTANTELOR ȘI A MĂRIMILOR CORPURILOR CEREȘTI.

124. **Generalități. Paralaxa unei astre.** Se știe, că la suprafața Pământului, distanța AM (Fig. 96) de la observatorul A la un punct M vizibil dar neaccesibil, se calculează măsurând lungimea unei baze AB , iar din punctele A și B vizând punctul M , se determină unghiurile A și B . Se calculează apoi toate elementele triunghiului ABM și deci și distanța AM .

Pentru ca această determinare să fie cât mai precisă, trebuie ca unghiul M să nu fie prea mic (ascuțit); de aceea se alege baza AB de acelaș ordin de mărime ca lungimile AM și BM , sau, dacă aceasta nu se poate, se ia o bază care să difere cât mai puțin.

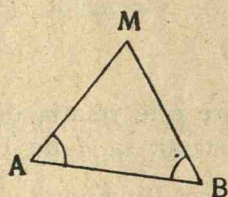


Fig. 96.

Distanțele astrelor de Pământ sunt foarte mari, iar bazele de care dispunem sunt relativ mici. Pentru astrele care fac parte din sistemul solar, baza întrebuințată va fi de ordinul diametrului Pământului, iar pentru stele, axa mare a orbitei pământenești.

Se vede că distanța AM este în strânsă legătură cu unghiul AMB (Fig. 96), care se zice îndoitul *paralaxei* punctului M relativ la baza AB .

Pentru o astră S (Fig. 97) din sistemul solar (Soarele, Luna, planetele, ...), *paralaxa* sa este unghiul $AST = p$ sub care se vede din centrul acelei astre raza pământescă AT . Când astra vine în S' la orizontul locului A (dreapta AS' tangentă în A la Pământul T), unghiul $AS'T = P$ se zice *paralaxa orizontală* a

astrei S' . Acest unghi este jumătatea diametrului aparent (1) al Pământului văzut din astra S' .

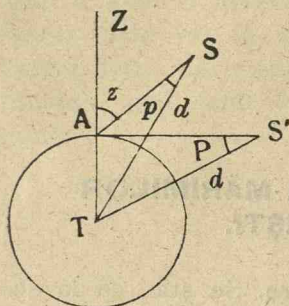


Fig. 97.

Paralaxa unei stele oarecare este jumătatea unghiului sub care se vede din acea stea axa mare a orbitei pământeste din jurul Soarelui.

125. Relația dintre paralaxa orizontală a unei astre și distanța sa de Pământ. Fie S' (Fig. 97) o astră la orizontul locului de observație A, $P = \angle AS'T$ paralaxa sa orizontală, $d = TS'$ distanța sa de Pământ, $r = AT$ raza Pământului. Din triunghiul dreptunghic TAS' , avem $AT = TS' \sin \angle AS'T$,

$$r = d \sin P.$$

Dar, cum unghiul P este foarte mic, se poate înlocui $\sin P$ cu P și din relația precedentă, obținem

$$(1) \quad r = d \cdot P, \quad d = \frac{1}{P} \cdot r,$$

care este relația dintre paralaxa orizontală P a unei astre și distanța sa d de Pământ.

Însă, în fracția $\frac{1}{P}$, numărătorul 1 reprezintă o lungime, pe când P un unghi calculat în secunde; va trebui deci să înlocuim și pe 1 (unitatea de lungime) cu numărul corespunzător de secunde. Vom judeca astfel: lungimei $2\pi \cdot 1$ a cercului cu raza 1, îi corespunde $360^\circ = 1296000''$ (secunde); lungimei egală cu 1 (unitatea de lungime) îi corespunde

$$\frac{1296000}{2\pi} = \frac{1296000}{6,28} = 206265'' \text{ aproape.}$$

Înlocuind în formula (1), de mai sus, pe 1 cu $206265''$, obținem

$$(2) \quad d = \frac{206265''}{P} r,$$

(1) Diametrul aparent al Pământului văzut din S' este unghiul sub care se vede din S' globul pământesc.

unde, înlocuind paralaxa P , putem calcula distanța aștei de Pământ în raze pământeste r .

126. Relația dintre paralaxa orizontală și înălțime a unei aște. Observatorul fiind în A (Fig. 97), să presupunem că S este o aște într'o poziție oarecare, $z = ZAS$ distanța sa zenitală, $p = AST$ paralaxa sa de înălțime. Din triunghiul ATS , avem

$$\frac{AT}{\sin AST} = \frac{TS}{\sin TAS}$$

Dar $AT = r$ raza Pământului, $TS = d$ distanța de la Pământ la aște S ; apoi, $\sin AST = \sin p$, $\sin TAS = \sin ZAS = \sin z$ (căci unghiurile TAS și ZAS fiind suplimentare, au sinusurile egale). Deci, relația de mai sus devine

$$\frac{r}{\sin p} = \frac{d}{\sin z}, \quad \sin p = \frac{r}{d} \sin z$$

Înlocuind pe $\frac{r}{d}$ cu valoarea sa P din (1), obținem

$$\sin p = P \sin z.$$

Dar, paralaxa de înălțime p fiind un unghi foarte mic, se poate înlocui $\sin p$ cu p și egalitatea precedentă devine

$$(3) \quad p = P \sin z,$$

care este relația dintre paralaxa orizontală P și paralaxa de înălțime p a unei aceleiaș aște corespunzătoare distanței zenitale z .

127. Depărtarea Lunei.

Pentru aflarea depărtării Lunei de Pământ, trebuie să cunoaștem paralaxa orizontală a Lunei. Pentru determinarea paralaxei mijlocii a Lunei, se așează doi observatori pe acelaș meridian (Fig. 98), primul A în emisfera de nord, și al doilea B , în emisfera de sud și observă Luna L în momentul când trece la meridian. Pozițiile localităților A și B

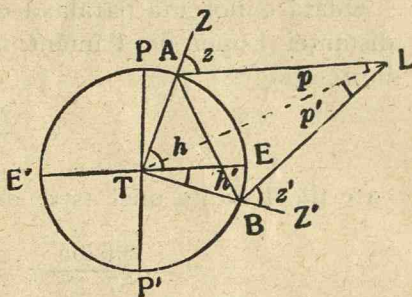


Fig. 98.

fiind cunoscute pe Pământ, se ştiu latitudinile $h = \text{ETA}$, $h' = \text{ETB}$. Observatorul din A, având ca verticală direcţia TAZ, vizează Luna L şi măsoară distanţa zenitală a Lunei, unghiul $ZAL = z$; de asemenea, observatorul din B măsoară în acelaş moment distanţa zenitală $z' = Z'BL$ a Lunei L.

Să însemnăm cu p şi p' paralaxele de înălţime ale Lunei L, pentru observatorii din A şi B. Scriind că suma unghiurilor patrulaterului ATBL este egală cu 360° , avem

$$h + h' + (180^\circ - z) + (180^\circ - z') + p + p' = 360^\circ;$$

de unde

$$(4) \quad p + p' = z + z' - h - h'.$$

Dar, paralaxele de înălţime p şi p' ale Lunei se pot calcula cu ajutorul paralaxei orizontale P a Lunei, cu formula (3), şi sunt egale cu

$$p = P \sin z, \quad p' = P \sin z'.$$

Înlocuind în (4) pe p şi p' cu aceste valori, obţinem

$$P (\sin z + \sin z' = z + z' - h - h')$$

$$P = \frac{z + z' - h - h'}{\sin z + \sin z'},$$

care este relaţia ce dă paralaxa orizontală P a Lunei.

Astfel au operat *Lalande* la Berlin şi *Lacaille* la Capul Bunei Speranţe, în 1752, şi au găsit că paralaxa orizontală mijlocie a Lunei este $57' 2''$.

Odată cunoscută paralaxa orizontală a Lunei, pentru aflarea distanţei Lunei de Pământ, se înlocueşte valoarea paralaxei în relaţia (2)

$$d = \frac{206265}{P} r,$$

care dă distanţa unei astre de Pământ. Avem

$$d = \frac{206265''}{57' 2''} r = \frac{206265''}{(57 \times 60 + 2)''} r$$

şi obţinem $60,3r$ aproape, deci distanţa Lunei de Pământ este de $60,3$ ori mai mare ca raza pământască. Cum raza r a Pământului este 6378 kilometri, distanţa Lunei de Pământ este 384300 kilometri aproape.

II. Depărtarea Lunei de Pământ se mai poate afla și printr-o construcție geometrică. Astfel (Fig. 98), se așează doi observatori pe același meridian, primul A în emisfera de nord, și al doilea B, în emisfera de sud și observă Luna L în momentul când trece la meridian. Pozițiile localităților A și B fiind cunoscute pe Pământ, se știu latitudinile $h=ETA$, $h'=ETB$, astfel că se află unghiul ATB. În triunghiul ATB cunoscând unghiul ATB și laturile AT și TB egale cu raza Pământului, se pot calcula lungimea AB și unghiurile TAB, TBA.

Observatorul din A având ca verticală direcția TAZ, vizează Luna L și măsoară distanța zenitală a Lunei, unghiul ZAL. Scăzând din 180^0 suma unghiurilor cunoscute TAB și ZAL, se află unghiul BAL. De asemenea, verticala locului B fiind BZ', observatorul B măsoară distanța zenitală Z'BL a Lunei, în același timp cu observatorul din A, și astfel unghiul ABL este cunoscut.

În triunghiul LAB fiind cunoscută latura AB și unghiurile BAL și ABL, se pot calcula celelalte elemente, adică unghiul ALB și distanța AL.

128. **Depărtarea Soarelui.** I. S'ar putea aplica și aci o metodă analoagă ca la Lună, adică să se calculeze întâi paralaxa orizontală ca și pentru Lună.

Din cauza depărtării foarte mari a Soarelui de Pământ, unghiul ALB din figura 98 abia are o valoare de $17''$, pe când în cazul Lunei același unghi era aproape 2^0 , astfel că razele AL și BL (Fig. 98), duse de la pozițiile observatorilor A și B, par aproape paralele.

Se poate însă calcula paralaxa Soarelui și deci și depărtarea sa de Pământ, dacă se cunoaște paralaxa unei planete oarecare. În adevăr, fie p și d paralaxa și distanța Soarelui și p' și δ paralaxa și distanța unei planete de Pământ. Cu ajutorul formulei (1) (No. 125), avem

$$r = p \cdot d, \quad r = p' \cdot \delta,$$

r fiind raza Pământului. Egalând aceste expresii, obținem $pd = p' \cdot \delta$.

$$(5) \quad p = p' \cdot \frac{\delta}{d}.$$

Dar distanța $\delta = TM$ (Fig. 99) a unei planete M de Pământ este egală cu $SM - ST = d' - d$, diferența dintre distanțele planetei (superioare) și Pământului de Soare. Deci

$$\frac{\delta}{d} = \frac{d' - d}{d} = \frac{d'}{d} - 1,$$

și înlocuind în (5), avem

$$(6) \quad p = p' \left(\frac{d'}{d} - 1 \right).$$

Aceasta este formula cu care putem calcula paralaxa p a Soarelui când se cunoaște paralaxa p' a unei planete, căci raportul $\frac{d'}{d}$ dintre distanțele d' și d ale planetei și Pământului de Soare este cunoscut din legea a treia a lui Kepler,

$$\frac{d^3}{T^2} = \frac{d'^3}{T'^2}$$

pătratele timpurilor de revoluție T și T' ale Pământului și planetei în jurul Soarelui (care se pot măsura) sunt proporționale cu cuburile semiaxelor mari d și d' ale orbitelor descrise în jurul Soarelui (semiaxele elipselor descrise sunt distanțele mijlocii ale planetelor de Soare).

S'a recurs atunci la o planetă mai apropiată de Pământ ca Soarele. Astfel, *Marte*, în opoziție cu Soarele S (Fig. 99), având depărtarea 1,5 de Soare, va fi numai la depărtarea 0,5 de Pământ și chiar la 0,38, când planeta *Marte* în opoziție este la periheliul orbitei pe care o descrie în jurul Soarelui. În acest caz, raportul $\frac{\delta}{d}$ din formula (5) este 0,38, iar unghiul ALB are o valoare cuprinsă între 40 și 50 secunde.

Aceasta a făcut-o *Lacaille* la Capul Bunei Speranțe și *Vargentin* la Stockholm. În acest mod s'a găsit că paralaxa mijlocie a Soarelui este $8'',8$, iar distanța sa de Pământ 23439 raze pământesti, sau 149.501.000 kilometri.

II. Paralaxa Soarelui s'a calculat cu mai multă precizie cu ajutorul planetei *Eros*, descoperită în anul 1898. În anul

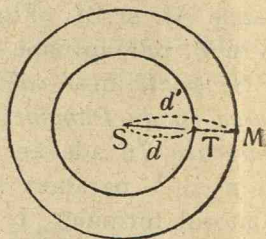


Fig. 99.

1900, Eros a fost în opoziție cu Soarele și era la periheliul orbitei sale; în acel timp, distanța sa de Soare a fost egală cu 0,15 din depărtarea Soarelui de Pământ, pe când în cazul lui Marte era 0,38, iar raportul $\frac{\delta}{d}$ din formula (5) este 0,15.

Această determinare s'a făcut în modul următor.

Să considerăm paralelul diurn pe care-l descrie un observator A (Fig. 100) al Pământului în mișcarea sa diurnă. Observatorul plecând din A, se poate calcula unghiul cu care trebuie să se învârtască pe acest paralel, astfel ca ajungând în B, coarda AC să fie egală cu raza r a Pământului. Se știe deci timpul după care observatorul ce pleacă din A ajunge în B, și prin urmare se cunosc longitudinile localităților A și B pe Pământ, astfel ca distanța AB să fie egală cu raza r a Pământului.

Să presupunem doi observatori așezați în locurile A și B astfel determinate. Unghiul AEB sub care se vede din planeta Eros coarda AB egală cu raza pământescă este paralaxă p a lui Eros. Amândoi privesc aceeaș stea M, care fiind foarte depărtată, razele vizuale duse din A și B la acea stea par aproape paralele; fie AM' și BM aceste raze vizuale pe care putem să le presupunem paralele. Observatorul din A măsoară unghiul β format de raza vizuală AM' dusă din A la stea și raza vizuală dusă din A la planeta Eros. În acelaș mod, observatorul din B, măsoară, în acelaș timp, cu cel din A, unghiul format de razele vizuale BM și BE duse din B la stea și planeta Eros. Dar, dreptele AM' și BM fiind presupuse paralele, unghiul $M'QE$ format de AM' și BE , este egal cu unghiul MBE . Însă, față de triunghiul AQE , unghiul $M'QE$ este exterior triunghiului, deci este egal cu suma unghiurilor interioare și nealăturate ale triunghiului, adică $\alpha = \beta + p$; de unde

$$p = \alpha - \beta,$$

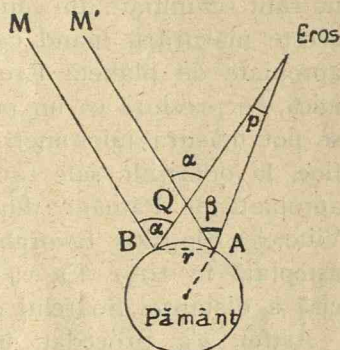


Fig. 100.

și astfel avem paralaxa planetei Eros, egală cu diferența unghiurilor α și β măsurate direct.

Cu această metodă se poate calcula cu multă precizie paralaxa lui Eros, din următoarele motive. Mai întâi, unghiurile α și β măsurate fiind mici și în aceeași regiune ca și Eros, nu sunt schimbate din cauza refracției. Al doilea, se pot repeta aceste măsurări, luând ca stele de reper oricare din stelele apropiate de planeta Eros. Apoi, planeta Eros fiind foarte mică, se prezintă ca un punct pe clișeele fotografice, pe care se pot măsura micrometric arcele ce măsoară unghiurile; în fine, la opozițiile sale favorabile, Eros este planeta cea mai apropiată de Pământ (după Lună) (la 24 milioane kilometri). Viitoarea opoziție favorabilă a lui Eros este cu nerăbdare așteptată în 1931. Ea va permite o determinare și mai precisă a distanței Soarelui de Pământ.

Astfel, s'a procedat, în 1900—1901, după îndemnul lui Loewy (1833—1907) (fost Director al Observatorului din Paris), la care au colaborat 24 Observatoare și s'a calculat paralaxa lui Eros; apoi paralaxa Soarelui egală cu $8'',8$ și distanța Pământului de Soare egală cu 149.501.000 kilometri.



Loewy (1833—1907.)

III. *Metode indirecte.* După cum am văzut, depărtările planetelor de Soare și deci și de Pământ, sunt date cu ajutorul distanței Soarelui de Pământ; deoarece această unitate de distanță depinde de paralaxa Soarelui, urmează, că trebuie calculată cu mare precizie

depărtarea Soarelui de Pământ, adică paralaxa orizontală a Soarelui. Aceasta se poate face și cu metode indirecte.

1) Din cauza aberației, fiecare stea pare că descrie (No. 56) în jurul poziției sale mijlocii o mică elipsă, a cărei axă mare are aceeași valoare pentru toate stelele și este văzută din Pământ sub un unghi care s'a măsurat și s'a găsit egal cu $20'',4$.

Fie T (Fig. 101) observatorul și A poziția adevărată a stelei. Într'un timp foarte scurt, Pământul s'a mișcat din T în T_1 , iar lumina ce vine de la stea, din A în B. Observatorul nedându-și seama de mișcarea sa, va atribui stelei o

129. **Depărtarea planetelor de Soare.** Fie $a, a', a'', \dots$ depărtările Pământului și altor planete de Soare și $T, T', T'', \dots$ duratele lor de revoluție în jurul Soarelui, care se pot calcula ușor. Distanța a fiind cunoscută, pentru a găsi pe $a', a'', \dots$, ne servim de legea a treia a lui Kepler, anume (No. 101), *cuburile axelor mari ale orbitelor planetelor sunt proporționale cu pătratele timpurilor de revoluție*; deci

$$(7) \quad \frac{a^3}{T^2} = \frac{a'^3}{T'^2} = \frac{a''^3}{T''^2} = \dots = k,$$

k fiind numită *constanta lui Kepler*.

Pentru a determina pe k , îl egalăm cu primul raport, de unde

$$\frac{a^3}{T^2} = k,$$

a fiind depărtarea cunoscută a Pământului de Soare, iar $T = 365,25$ zile.

Pentru a găsi pe a' , egalăm al doilea raport din relația (7) cu k și avem

$$\frac{a'^3}{T'^2} = k,$$

$$\frac{a'^3}{T'^2} = \frac{a^3}{T^2}, \quad a'^3 = a^3 \frac{T'^2}{T^2};$$

extrăgând rădăcina cubică, deducem $a' = a \sqrt[3]{\frac{T'^2}{T^2}}$.

Astfel, pentru Jupiter, $T' = 11$ ani și 315 zile, și deci $a' = 5,2a$, adică distanța lui Jupiter de Soare este de 5,2 ori mai mare ca distanța Pământului de Soare.

Tot cu ajutorul legei a treia a lui Kepler, care se aplică și sateliților în mișcarea lor în jurul planetelor, s'a putut determina depărtările acestor sateliți de planeta centrală.

130. **Depărtarea Stelelor.** Stelele cele mai apropiate de noi sunt așa de depărtate, în cât metodele întrebuintate pentru Lună și Soare devin în acest caz cu totul iluzorii. De aceea se ia ca bază diametrul T_1T_2 al orbitei pământești și se vizează steaua E la două epoci T_1 și T_2 depărtate cu șase luni (Fig. 102). Unghiul T_1ET_2 este maximum când pozițiile diametral opuse ale Pământului în T_1 și T_2 sunt astfel ca T_1T_2 să fie perpendiculară pe direcția SE care unește Soarele

S cu steaua. Unghiul p sub care se vede din stea semidiametrul orbitei pământești se zice *paralaxa anuală* a stelei. Chiar pentru stelele cele mai apropiate, acest unghi este foarte mic, mai mic de $1''$ (o secundă de arc). Ca să ne facem o idee de enorma depărtare a stelelor, e destul să spunem că privind un milimetru așezat la două sute metri distanță, se vede sub un unghi egal cu $1''$.

E vorba cum se calculează precis acest unghi foarte mic. Pentru aceasta, observatorul va observa acele stele, care în timp de un an n'au o poziție fixă față de alte stele; căci, dacă o stea este neconținut în aceeași poziție, fie că am observat-o în T_1 , fie după șase luni, în T_2 , însemnează că ea este foarte depărtată și deci razele T_1E și T_2E sunt riguros paralele și unghiul de paralaxă este zero.

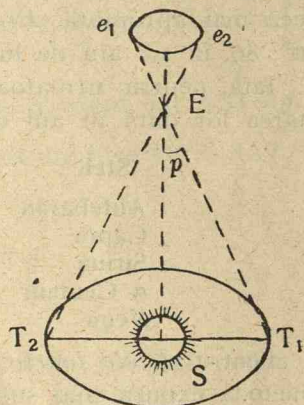


Fig. 102.

Fie atunci o stea E, care are o mișcare foarte mică, printre altele a, b, c . Privind sau fotografiind acea regiune a cerului când suntem în T_1 , avem în lunetă fig. 103. După șase luni,

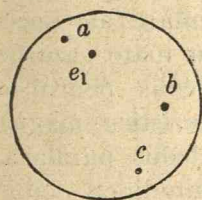


Fig. 103.

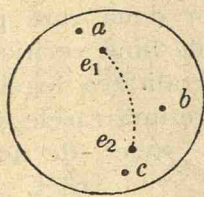


Fig. 104.

privim din nou în aceeași direcție și vom vedea că S_1 a venit în S_2 , stelele a, b, c rămânând absolut fixe (Fig. 104). Așternem fig. 103 peste fig. 104, așa că a, b, c , să coincidă și calculăm în secunde arcul e_1e_2 , care va reprezenta tocmai un-

ghiul T_1ET_2 , adică îndoitul paralaxei anuale a stelei E.

Odată acest unghi calculat pentru o stea, jumătatea lui ne dă paralaxa acelei stele și o înlocuim în formula (No. 125)

$$d = \frac{r}{p} 206265'',$$

unde r este semiaxa mare a orbitei pământești, p paralaxa anuală a stelei și d distanța de la Pământ la stea.

la cercul S care reprezintă astra, de ex. Soarele, și fie R raza Soarelui. Mărimea astei depinde de mărimea razei sale. Pentru aflarea acestei raze, observatorul din A privește discul astei și măsoară în lunetă, unghiul sub care se vede diametrul acestui disc, adică diametrul aparent.

Unghiul $BAS = \frac{1}{2} \Delta$ este semidiametrul aparent, iar $AST = p$ paralaxa orizontală. Din triunghiurile dreptunghice BAS , SAT , deducem

$$R = SA \sin \frac{1}{2} \Delta, \quad r = ST \sin p,$$

r fiind raza Pământului.

Dar, din cauza marei depărtări a astei de Pământ, putem lua $AS = TS = d$ distanța astei de Pământ și deci

$$R = d \sin \frac{1}{2} \Delta, \quad r = d \sin p,$$

de unde, prin împărțire,

$$\frac{R}{r} = \frac{\sin \frac{1}{2} \Delta}{\sin p}, \quad R = \frac{\sin \frac{1}{2} \Delta}{\sin p} r,$$

relație care dă raza R a astei considerate în funcțiune de raza r a Pământului.

În cazul soarelui, avem $\frac{1}{2} \Delta = 16' 1''$, $p = 8''.8$, $R = 109r$, adică raza Soarelui este de 109 ori mai mare ca raza pământescă; pentru Lună, $\frac{1}{2} \Delta = 15' 34''$, $p = 57' 2''$, $R = 0.27r$, adică raza Lunei este aproape un sfert din raza Pământului.

Volumele acestor corpuri cerești se află ușor presupunând că sunt sfere. Însemnând cu v volumul Pământului și cu V volumul Soarelui, de ex., știm din geometrie că

$$\frac{V}{v} = \frac{\frac{4}{3} \pi R^3}{\frac{4}{3} \pi r^3} = \frac{R^3}{r^3},$$

relație care pentru Soare devine

$$\frac{V}{v} = \frac{(109r)^3}{r^3} = (109)^3,$$

adică volumul V al Soarelui este aproape de 1295000 de ori mai mare ca volumul v al Pământului; iar pentru Lună, se găsește, în mod analog, că volumul Lunei este a 50-a parte din volumul Pământului.

Del. Volnau
d. III liceala

NOȚIUNI ELEMENTARE DE MECANICĂ CEREASCĂ.

132. **Generalități.** *Mecanica* este știința care se ocupă cu studiul mișcării corpurilor, cu cauzele care produc aceste mișcări și cu relațiunile ce există între cauze și efectele lor.

Orice cauză care produce sau modifică starea unui corp se numește *forță*. Omul își formează noțiunea de forță din acțiunea mușchilor săi, când vrea să ridice un corp, să de-părteze sau să apropie unele corpuri. Se ajunge, pe această cale, și la aprecierea mărimii relative a forțelor. De ex., un copil nu poate ridica corpurile pe care le ridică un om mare, sau, doi oameni au o forță mai mare ca unul singur, etc.

Un corp se zice în *mișcare*, când ocupă succesiv diferite poziții; un corp este în *repaus*, când nu-și schimbă poziția. Pentru a ne da seama de starea de mișcare sau de repaus a unui corp, comparăm, în diferite momente, poziția sa cu aceea a altor corpuri, pe care le considerăm ca fixe, și care se zic *sisteme de reper*. Mișcarea și repaosul sunt absolute sau relative, după cum sistemele de reper sunt fixe sau în mișcare. Pe Pământ, mișcarea și repaosul sunt relative, căci sistemele noastre de reper sunt toate în mișcare.

Punct material este un corp redus, pe care ni-l închipuim cu dimensiuni așa de mici, în cât poate fi asimilat cu un punct geometric.

Solid (corp) invariabil este acel corp format din puncte materiale, care sunt neconținut la aceeași distanță unele de altele. Toate solidele naturale sunt mai mult sau mai puțin deformabile. Totuși, pentru simplificare, în Mecanica teoretică nu se ține seamă de elasticitatea corpurilor, pe care le con-

siderăm invariabile. În Mecanica aplicată, se ține seamă și de rezistența materialelor; corpurile sunt considerate aci cu proprietățile pe care le au în natură.

Diviziunea Mecanicii. Principiile și legile Mecanicii au fost deduse în mod practic din observarea naturii; dar, odată aceste principii găsite, întreaga știință a Mecanicii s'a dedus, din aceste principii, prin raționament matematic, și de aceea Mecanica se mai zice și *Mecanica rațională*.

Se zice, în mod particular, *Mecanică cerească* și *Mecanică aplicată*, reunirii aplicațiunilor științei pure, fie la mișcarea astrelor, fie la funcționarea mașinilor (De aci îi vine și numirea de Mecanică de la cuvântul grec, *michani* = mașină).

Mecanica propriu zisă, sau rațională, a fost divizată de *Ampère* în trei părți: 1) *Cinematica* (grec *Kinema* = mișcare) studiază mișcarea în sine, fără a ține seamă de cauzele care au produs-o. Cinematica este un fel de geometrie, la care se adaugă, pe lângă noțiunea de spațiu (baza geometrii), *ideea de timp*, corespunzătoare noțiunii de mișcare.

2) *Statica* (grec *Statikos* = echilibru) studiază forțele și condițiile lor de echilibru.

3) *Dinamica* (grec *Dinamis* = forță) studiază relațiile dintre forțe și mișcările pe care le produc.

NOȚIUNI DE STATICĂ.

133. **Principiul inerției.** Legile Mecanicii se bazează pe anumite *principii fundamentale*, deduse din observarea faptelor.

Astfel, este *principiul inerției*, după care *materia nu poate ea însăși să-și modifice starea sa de repaus sau de mișcare (Kepler). Un punct material izolat, lăsat liber, rămâne sau imobil, sau are o mișcare rectilinie uniformă; accelerația sa este nulă.*

134. **Forță. Massă.** După principiul inerției, urmează că, dacă iuțeala unui mobil s'a schimbat, este o accelerație a iuțelii (cuvântul se aplică chiar dacă iuțeala se micșorează); corpul este supus la acțiunea unei cauze exterioare, a unei *forțe*.

Se poate măsura o forță prin efectele sale, în particular prin accelerația ce o imprimă corpului. Să presupunem că o forță, aplicată unui corp dat, îi imprimă o oarecare accelerație. Aplicându-i o forță de două ori mai mare, se constată

că mobilul are o accelerație îndoită. În general, este *proporționalitate* între o *forță* aplicată la un corp și *accelerația* ce i-o imprimă. Factorul de proporționalitate este caracteristica corpului considerat, este *masa* acelui corp care este invariabilă.

Însemnând cu F , m , γ forța, masa și accelerația, urmează

$$\frac{\text{Forța}}{\text{Accelerație}} = \text{Masa},$$

sau

$$\text{Forța} = \text{Masa} \times \text{Accelerația},$$

$$F = m \cdot \gamma.$$

Aceasta este *ecuația fundamentală a Mecanicii*.

Fie M (Fig. 106) un punct material liber care descrie traectoria sa $S'S$ sub acțiunea unei forțe F . La momentul t punctul are accelerația γ , măsurată cu vectorul⁽¹⁾ $M\Gamma$ (Fig. 106). Prin convenție, se reprezintă forța care lucrează printr'un vector MF , de aceeași origină, aceeași direcție și același sens ca și vectorul $M\Gamma$ și are ca mărime numărul $m \cdot \gamma$ egal cu produsul accelerației γ , cu numărul pozitiv m care măsoară masa punctului material. Punctul M este *punctul de aplicație* al forței, direcția MF este *linia de acțiune*, mărimea MF reprezintă *intensitatea*.

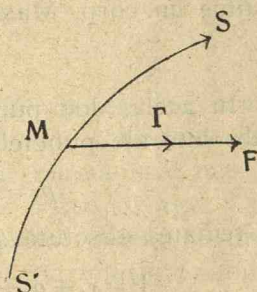


Fig. 106.

Orice forță constantă în mărime și în direcție, imprimă unui punct material liber o accelerație constantă și o mișcare rectilinie uniform variată.

135. Principiul egalității acțiunii și reacțiunii. Orice acțiune provoacă o reacțiune egală și direct opusă (Newton). De ex., un obiect apasă pe mâna care-l susține; efortul muscular exercitat de mână pentru a ține obiectul este reacțiunea.

Dacă un punct material A acționează asupra unui punct B , această acțiune este o forță îndreptată după AB ; mai mult, B exercitează asupra lui A o reacțiune, care este o forță egală cu prima, îndreptată tot după AB , dar direct opusă celei dintâi.

(1) *Vector* este un segment dintr'o dreaptă, care are o origină, o extremitate, un sens și o mărime reprezentată de măsura segmentului.

136. **Greutate.** La suprafața Pământului, orice punct material, lăsat liber, cade după verticala locului, cu o accelerație g . Această accelerație, datorită greutateii, se zice *accelerația greutateii*, este constantă în acelaș loc, dar variază cu latitudinea și altitudinea (înălțimea). Urmează că un punct material greu este într'un loc determinat supus la o forță constantă îndreptată după verticala descendentă; această forță este *greutatea absolută* a punctului. Greutatea absolută p a unui punct de masă m este dată de relația

$$p = m \cdot g.$$

Greutatea absolută variază, ca și g , cu latitudinea și altitudinea.

Fie $m_1, m_2, m_3, \dots$ masele punctelor materiale care constituie un corp. Masa totală este suma

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \dots$$

În acelaș loc punctele au aceeaș accelerație g . Greutățile absolute ale punctelor sunt deci

$$p_1 = m_1 g, \quad p_2 = m_2 g, \quad p_3 = m_3 g, \dots$$

Greutatea absolută a corpului este suma

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots = (m_1 + m_2 + m_3 + \dots)g = Mg.$$

Deci, greutatea absolută a unui corp este produsul masei totale a corpului prin accelerația greutateii în acel loc.

137. **Măsura forțelor și masselor.** Se măsoară static forțele comparându-le cu greutateile, cu ajutorul dinamometrelor.

Pentru măsura masselor, să observăm că fiind date două corpuri A și B, de mase m și m' , și de greutate absolute p și p' , avem

$$p = mg, \quad p' = m'g.$$

De unde

$$\frac{p}{p'} = \frac{m}{m'}$$

și deci raportul masselor a două corpuri este egal cu raportul greutateilor lor absolute în acelaș loc.

Raportul greutateilor absolute a două corpuri nu se schimbă când se deplasează pe suprafața Pământului. În particular, dacă două corpuri așezate în cele două platane ale unei ba-

lanțe își fac echilibru, aceeaș proprietate subsistă în orice loc s'ar face cântărirea.

Mai mult, dacă se ia ca unitate de massă, masa unui corp B, numărul care măsoară masa unui corp A este câtul greutateilor absolute a corpurilor A și B.

138. **Unitățile fundamentale în Mecanică** sunt aceea de lungime, aceea de timp și o a treia, care este sau aceea de forță sau aceea de massă, după cum se întrebuițează sistemul metric sau sistemul C. G. S.

1^o. În sistemul metric, unitățile fundamentale sunt metrul, secunda de timp mijlociu și kilogramul-forță, care este greutatea absolută a unui decimetru cub de apă distilată la 4^o (maximul său de densitate).

Unitatea de massă este definită cu formula $p=mg$, de unde

$$m = \frac{p}{g}.$$

Pentru a avea $m=1$, trebuie a lua $p=g$, și deci, unitatea de massă este masa unui corp a cărui greutate este de g Kilograme-forță. Astfel, unitatea de massă este masa unui corp care cântărește 9 kgr., 8088 la Paris, 9 kgr., 831 la pol, 9 kgr., 781 la ecuator. Inconvenientul sistemului metric este că unitatea de massă, care este o mărime invariabilă (No. 134), este exprimată cu numere diferite după locurile considerate pe Pământ.

2^o. În sistemul C. G. S., unitățile fundamentale sunt centimetrul (C), gramul-masă (G), secunda de timp mijlociu (S). Gramul-masă este masa unui centimetru cub de apă distilată la 4^o.

Unitatea de forță este definită cu ecuația $F=m \gamma$. Va fi destul de a lua $m=1$ și $\gamma=1$. Deci, unitatea de forță este forța capabilă a comunica (imprima) unității de massă (gramul-masă) o accelerație egală cu unitatea de lungime (centimetrul). Unitatea de forță se zice *dynă* și valorează aproape un miligram-forță. În adevăr, unitatea de massă, supusă la acțiunea unui gram-forță, ia o accelerație $g=981$ centimetri. Însă, dyna, lucrând asupra aceleași unități de massă, trebuie să producă o accelerație $\gamma=1$ centimetru; deci

$$1 \text{ dynă} = \frac{1 \text{ gr.}}{981}$$

Gramul-forță valorează deci 981 dyne. Dyna variază, ca și greutatea absolute, cu altitudinea și latitudinea.

139. **Compunerea forțelor concurente. Principiul independenței efectelor forțelor.** A compune mai multe forțe, înseamnă a găsi *rezultanta* lor, adică o forță unică care produce singură același efect ca forțele date care lucrează împreună. Forțele pe care le înlocuște rezultanta se zic *componente*.

Compunerea forțelor concurente este o consecință a *principiului independenței efectelor forțelor* (Galileu). Acest principiu se enunță astfel: *Când mai multe forțe lucrează deodată asupra unui punct material, fiecare forță produce efectul său ca și cum ar fi singură; accelerațiile pe care le imprimă împreună este suma geometrică a accelerațiilor pe care ele le-ar imprima separat.*

140. **Rezultanta a două forțe concurente** este reprezentată prin diagonala paralelogramului construit cu aceste două forțe

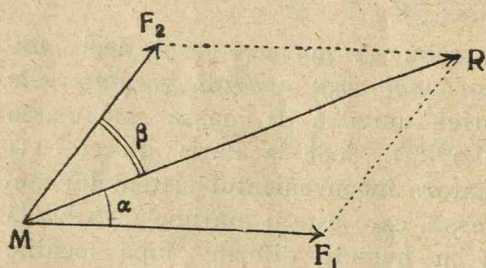


Fig. 107.

(Fig. 107). Suma geometrică a vectorilor $\overline{MF_1}$ și $\overline{MF_2}$ care reprezintă forțele F_1 și F_2 , este diagonala $\overline{MR}$ a paralelogramului vectorilor.

Pentru a găsi valoarea rezultantei R , să însemnăm cu α și β

unghiurile rezultantei cu fiecare din componente.

Din triunghiul $\overline{MF_1R}$, avem

$$\overline{MR}^2 = \overline{MF_1}^2 + \overline{F_1R}^2 - 2 \overline{MF_1} \cdot \overline{F_1R} \cos \angle MF_1R.$$

Dar, unghiurile $\angle MF_1R$ și $\angle F_1MF_2$ sunt suplimentare, deci $\cos \angle MF_1R = -\cos \angle F_1MF_2$,

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos (F_1, F_2).$$

De asemenea, scriind că laturile sunt proporționale cu sinusurile, obținem

$$\frac{F_1}{\sin \beta} = \frac{F_2}{\sin \alpha} = \frac{R}{\sin (\alpha + \beta)},$$

$$\frac{F_1}{\sin (R, F_2)} = \frac{F_2}{\sin (R, F_1)} = \frac{R}{\sin (F_1, F_2)}.$$

În cazul când forțele sunt perpendiculare, avem

$$F_1 = R \cos \alpha, \quad F_2 = R \cos \beta, \quad R^2 = F_1^2 + F_2^2.$$

141. **Rezultanta mai multor forțe concurente** se obține componând două din ele, apoi rezultanta lor cu a treia forță, componând apoi rezultanta obținută cu a patra forță și așa mai departe. Rezultanta a două forțe F_1 și F_2 se mai obține ducând prin F_1 (Fig. 107) un vector F_1R echipolent cu MF_2 , adică F_1R egală și paralelă cu MF_2 . Deci, în cazul forțelor F_1, F_2, F_3, F_4 (Fig. 108), componem forțele F_1 și F_2 , adică ducem F_1A egală și paralelă cu MF_2 ; apoi componem pe MA cu MF_3 , adică ducem AB egală și paralelă cu MF_3 ; în fine, componem MB cu MF_4 , adică ducem BR paralelă și egală cu MF_4 . Rezultanta forțelor date este MR .

În rezumat, rezultanta mai multor forțe concurente, se obține construind poligonul forțelor, adică ducând (Fig. 108) prin extremitatea unei forțe F_1 paralela și egală F_1A cu a doua, prin A paralela și egală AB cu a treia, prin B paralela și egală BR cu a patra. Poligonul MF_1ABR ce zice *poligonul forțelor*, iar rezultanta MR este linia care închide acest poligon.

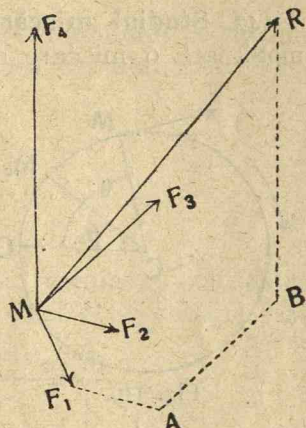


Fig. 108.

142. **Echilibrul unui punct material.** Un punct material

liber este în echilibru când rezultanta forțelor care lucrează asupra punctului este egală cu zero (nulă). În acest caz, poligonul forțelor se închide, punctul R din figura 108 vine în M , căci rezultanta MR este zero.

Un punct material supus la acțiunea a două forțe F_1 și F_2 este în echilibru, când forțele F_1 și F_2 sunt egale și direct opuse.

Un punct material nu este liber dacă este supus să rămâie pe o curbă sau pe o suprafață. Pentru ca un punct material M să

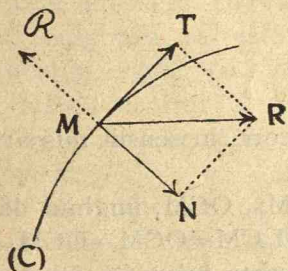


Fig. 109.

fie în echilibru pe o curbă (C) (Fig. 109), trebuie ca rezultanta MR a forțelor aplicate acestui punct, să fie perpendiculară pe tangenta în M (să fie normală) la curbă. În adevăr, dacă rezultanta MR n'ar fi normală la curbă (perpendiculară pe tangenta MT), am putea-o descompune în două forțe, una MN normală și alta MT tangentă (Fig. 109). Forța N nu poate mișca punctul M, dar forța T îl pune în mișcare, echilibru nu există.

Rezultanta normală R reprezintă *presiunea punctului pe curbă*. Forța $\bar{R}$, direct opusă lui R, este *reacțiunea* curbei asupra punctului.

143. Studiul mișcării circulare uniforme. Se zice că un mobil are o mișcare circulară uniformă, când traectoria sa este un cerc și când arcele parcurse sunt proporționale cu timpurile în care au fost descrise.

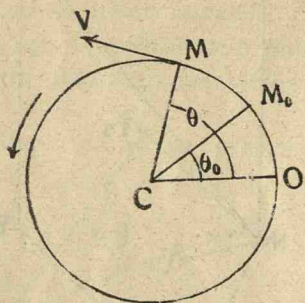


Fig. 110.

I. Iuțeală lineară și iuțeală unghiulară. Fie M un mobil care descrie cercul fix C (Fig. 110) de rază R. Sensul pozitiv este cel arătat de săgeată, iar O originea spațiilor. La timpurile t_0 și t , mobilul ocupă pozițiile M_0 și M (Fig. 110). Însemnând cu s_0 și s arcele OM_0 și OM,

arcul descris în timpul t este $OM - OM_0 = s - s_0$ și deci iuțeala în această mișcare uniformă este

$$(1) \quad \frac{s - s_0}{t} = \text{const.} = v$$

Ecuatia mișcării este

$$s = s_0 + vt.$$

Vectorul iuțeală MV este tangent la cerc, în sensul mișcării. Această iuțeală se zice *iuțeala lineară*.

Însemnând cu θ_0 și θ unghiurile OCM_0 , OCM , unghiul descris de raza OM în timpul t este $M_0CM = OCM - OCM_0 = \theta - \theta_0$. Se zice *iuțeală unghiulară* în această mișcare circulară uniformă raportul constant

$$(2) \quad \frac{\theta - \theta_0}{t} = \omega.$$

R fiind raza cercului, avem $\text{arcOM} = R\theta$, $\text{arcOM}_0 = R\theta_0$. Înlocuind în (1) pe $s = R\theta$, $s_0 = R\theta_0$, avem

$$v = \frac{s - s_0}{t} = \frac{R\theta - R\theta_0}{t} = \frac{(\theta - \theta_0)R}{t} = \frac{\theta - \theta_0}{t} \cdot R.$$

Dar, din relația (2), $\frac{\theta - \theta_0}{t} = \omega$, și înlocuind în relația precedentă, obținem

$$v = \omega \cdot R.$$

Deci, *iuțeala lineară este egală la produsul iuțeiii unghiulare prin raza cercului.*

Să însemnăm cu T durata de revoluție a mobilului pe cercul dat, sau timpul în care parcurge lungimea cercului $2\pi R$. Valoarea iuțeiii lineare este

$$v = \frac{2\pi R}{T},$$

iar iuțeală unghiulară
$$\omega = \frac{2\pi}{T}.$$

II. *Accelerație. Hodograful mișcării.* Iuțeala v constantă în mărime, variază în direcție. Rezultă deci o accelerație. Să ducem prin centrul C al cercului (Fig. 111) un vector CV' echipolent (egal și paralel) cu vectorul iuțeală $MV = v$. Când punctul M se mișcă pe cercul dat, extremitatea V' a vectorului CV' descrie un cerc cu raza v , căci lungimea sa este constantă și egală cu $VM = v$. Cercul cu centrul C și raza $CV' = v$, se zice *hodograful mișcării*.

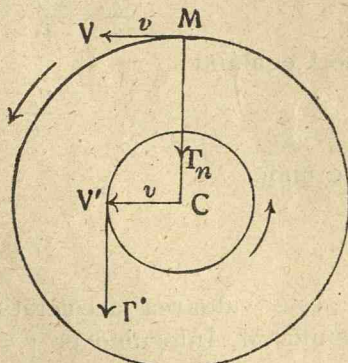


Fig. 111.

Să ne închipuim că mobilul auxiliar V' (Fig. 111) parcurge acest cerc hodograf. Mișcarea sa este uniformă deoarece și a mobilului M este uniformă; mai mult, ele au aceeași iuțeală unghiulară. Iuțeala mobilului V' este deci constantă și este figurată prin vectorul $V'I'$.

Dem. Poenaru

Prin definiție, *iuțeala mobilului auxiliar V' este accelerația mobilului M , în momentul considerat. Vectorul său este $M\Gamma_n$, echipolent (egal și paralel) cu $V'\Gamma''$, și este îndreptat după raza MC , perpendiculară pe tangenta MV la cerc (MC se mai zice normală la cerc). În acest caz, accelerația este normală la traectorie și îndreptată către centrul cercului.*

Fie γ_n valoarea accelerației. Să exprimăm că mobilele V' și M parcurg traectoriile lor respectiv în acelaș timp T și cu o mișcare uniformă. Cum iuțeala lineară v este egală cu

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

R fiind raza cercului descris de mobil și T durata de revoluție, urmează că

$$\frac{v}{R} = \frac{2\pi}{T}.$$

Pentru M' , iuțeala sa este $V'\Gamma' = \gamma_n$, raza cercului său este $CV' = v$; pentru M , iuțeala sa este v și raza cercului său este $CM = R$. Scriind relația de mai sus pentru punctele V' și M , avem

$$\frac{\gamma_n}{v} = \frac{2\pi}{T}, \quad \frac{v}{R} = \frac{2\pi}{T},$$

și deci egalând

$$\frac{\gamma_n}{v} = \frac{v}{R}.$$

De unde

$$\gamma_n = \frac{v^2}{R},$$

care este valoarea accelerației mișcării circulare uniforme a punctului M . Înlocuind pe $v = \omega R$, obținem

$$\gamma_n = \frac{\omega^2 R^2}{R}, \quad \gamma_n = \omega^2 R,$$

care este valoarea accelerației cu ajutorul iuțelii unghiulare ω .

În funcțiune de T , avem

$$\gamma_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2}, \quad \text{căci } v = \frac{2\pi R}{T}.$$

144. **Forță centripetă. Forță centrifugă.** Când un mobil descrie un cerc el este supus la o *forță centripetă* F care îl atrage către centrul O (Fig. 112) și îl menține pe cerc. Reacțiunea cercului asupra punctului material este *forța centrifugă* F' , egală și direct opusă cu cea dintâi. Această forță centrifugă ține firul întins; când ea încetează, mobilul se mișcă dealungul tangentei la traiectoria circulară, și cu viteza lineară cu care a fost animat la început.

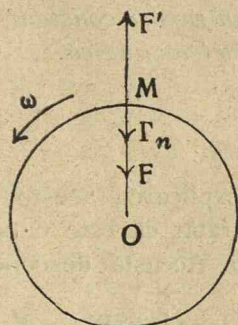


Fig. 112.

Forța centripetă, și deci și forța centrifugă, se deduce din accelerația centripetă $M\Gamma_n$ a mișcării circulare uniforme. Fie m masa mobilului, ω și v vitezele unghiulară și lineară, R raza traiectoriei sale circulare. Accelerația centripetă fiind egală cu

$$\gamma_n = \omega^2 R = \frac{v^2}{R},$$

urmează că intensitatea forței centripete este ⁽¹⁾

$$F = m\gamma_n = m\omega^2 R, \quad F = m \frac{v^2}{R}.$$

T fiind durata de revoluție a mobilului pe cerc, viteza liniară v este egală cu $\frac{2\pi R}{T}$. Înlocuind pe v cu această valoare, avem

$$F = m \frac{4\pi^2 R^2}{T^2} \cdot \frac{1}{R} = m \frac{4\pi^2 R^3}{T^2}.$$

DESCOPERIREA LEGII ATRACȚIUNII UNIVERSALE

145. **Existența forței atractive.** Am văzut (No. 101) că planetele se mișcă în jurul Soarelui pe elipse, și că se supun la cele trei legi a lui *Kepler*:

1. *Drumurile descrise de planete în jurul Soarelui sunt*

(1) Stabilită de *Huyghens* (Născut la Haga în 1629 mort 1695).

elipse și Soarele ocupă unul din focare; 2. Ariile descrise de razele vectoare ale planetelor, în mișcarea lor, sunt proporționale cu timpurile ce le-au trebuit să le descrie; 3. Cuburile axelor mari, r , ale orbitelor (elipselor) descrise, sunt într'un raport constant cu pătratele timpurilor T de revoluție ale planetelor, adică

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{r'^3}{T'^2} = \dots = K.$$

Explicarea acestor legi a fost făcută de *Newton* ⁽¹⁾, care a arătat că este o cauză unică ce produce toate aceste mișcări. Această descoperire a făcut-o *Newton*, plecând de la

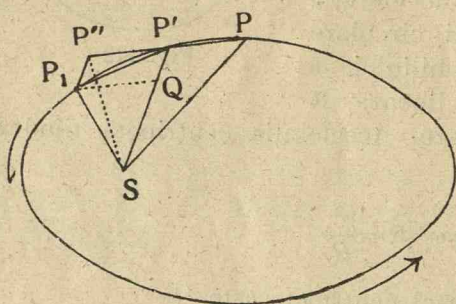


Fig. 113.

Legile lui *Kepler* și bazându-se pe rezultatele lui *Huyghens* asupra forțelor centrale și pe experiențele lui *Galileu* relative la căderea corpurilor.

Să considerăm o planetă P ce descrie în jurul Soarelui S (Fig. 113) orbita sa care este o elipsă. Planeta

fiind în mișcare în spațiu, înseamnă că a primit odată o impulsie, căci singură nu se putea pune în mișcare. Conform principiului inerției, planeta, în urma impulsunii primite, s'ar fi mișcat în linie dreaptă și uniform.

Fie că planeta descrie într'un timp destul de mic drumul PP' . Să presupunem timpul acesta așa de mic, în cât drumul rectiliniu PP' să se confunde aproape cu arcul PP' din elipsă. În timpul următor, egal cu acesta, planeta ar descrie drumul rectiliniu $P'P''=PP'$, în aceeași direcție cu PP' .

Triunghiurile SPP' și $SP'P''$ au baze egale, $PP'=P'P''$, și înălțimile egale, ca fiind egale cu perpendiculara din S pe dreapta $PP'P''$; deci triunghiurile SPP' și $SP'P''$ au aceeași suprafață (arie).

Dar, după întâia lege a lui *Kepler*, planeta P nu se gă-

⁽¹⁾ *Newton* (1642—1727).

sește în P'' ci în P_1 , pe elipsa ce o descrie în jurul Soarelui; deci este o cauză care intervine în orice moment și o aduce din P'' în P_1 .

Să alegem timpul în care a fost descrisă aria PSP'_1 așa de mic, astfel ca aria triunghiului rectiliniu $P'SP_1$ să fie egală cu aria triunghiului curbiliniu cu vârful S și cu baza arcul $P'P_1$ din elipsă. Dar, după legea a doua a lui Kepler, ariile triunghiurilor PSP' și $P'SP_1$ sunt egale, căci arcele PP' și $P'P_1$ sunt descrise în timpuri egale. Am văzut însă că ariile triunghiurilor PSP' și $P'SP''$ sunt egale; urmează deci că și ariile triunghiurilor $P'SP_1$ și $P'SP''$ sunt egale. Cum ele au aceeași bază SP' , urmează că au și înălțimele egale, adică distanțele punctelor P_1 și P'' la SP' sunt egale, ceea ce înseamnă că P_1 și P'' sunt pe o paralelă cu SP' . Deci P_1P'' este paralelă cu $P'S$.

Prin urmare, este o cauză, o forță, care face să modifice mișcarea planetei, aducând-o din P'' în P_1 în al doilea interval de timp. Pentru a găsi direcția acestei forțe, să ducem (Fig. 113) P_1Q paralelă cu $P''P'$. Cum P_1P'' este paralelă cu PQ , urmează că figura $P_1QP'P''$ este o paralelogram, a cărui diagonală $P'P_1$ poate fi considerată ca rezultanta componentelor $P'P''$ și $P'Q$. Deci, planeta pornind din P și ajungând în P_1 pe orbita sa, urmează că mișcarea sa se face ca și cum, în timpul ce planeta ar urma drumul $P'P''$ rectiliniu, în direcția PP' , tot în același interval de timp, o forță ar atrage-o în direcția $P'Q$ și ar face-o să se miște cu $P'Q$. Cum direcția $P'Q$ trece prin Soare, iar planeta sub acțiunea acestei forțe se apropie de Soare, urmează că *mișcarea planetelor se face ca și cum o forță atractivă trecând prin Soare lucrează asupra lor.*

146. Intensitatea forței attractive. Pentru a găsi intensitatea acestei forțe, să presupunem că orbita descrisă de planetă în jurul Soarelui este un cerc. Conform legii ariilor (a doua lege a lui Kepler), ariile descrise în timpuri egale fiind egale, urmează că mișcarea planetei pe acest cerc este uniformă. Însemnând cu T timpul de revoluție al planetei în jurul Soarelui, cu r raza cercului, am văzut (No. 143) că accelerația în această mișcare circulară uniformă este

$$\gamma = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{4\pi^2}{r^2} \frac{r^3}{T^2}.$$

Deci valoarea forței atractive ce ține planeta în orbita sa este $F = m\gamma$.

$$F = m \frac{4\pi^2}{r^2} \cdot \frac{r^3}{T^2}$$

și de asemenea și pentru alte planete pe orbitele lor

$$F' = m' \frac{4\pi^2}{r'^2} \cdot \frac{r'^3}{T'^2}, \quad F'' = m'' \frac{4\pi^2}{r''^2} \cdot \frac{r''^3}{T''^2}, \dots$$

Dar, după legea a treia a lui Kepler, r fiind depărtarea mijlocie a planetei de Soare, avem

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{r'^3}{T'^2} = \frac{r''^3}{T''^2} = \dots = k = \text{const.}$$

Inlocuind în expresiile forțelor pe $\frac{r^3}{T^2}$, $\frac{r'^3}{T'^2}$, ... cu egala lor k , obținem

$$F = \frac{4\pi^2 km}{r^2}, \quad F' = \frac{4\pi^2 km'}{r'^2}, \dots$$

Punând $4\pi^2 k = \mu$, urmează că *intensitatea forței* care ține o planetă în orbita ei este

$$F = \frac{\mu m}{r^2},$$

adică, *invers proporțională cu pătratul distanței planetei de Soare*.

147. Gravitatea universală. După ce Newton a descoperit legea care guvernează planetele în mișcarea lor în jurul Soarelui, s'a întrebat dacă nu este tot aceeași lege care face ca sateliții să se miște în jurul planetei respective și a făcut această cercetare pentru Lună.

Se știa, din experiențele lui Galileu, asupra căderii corpurilor, că spațiul descris de un corp în căderea lui este dat de relația

$$s = \frac{gt^2}{2},$$

unde g este intensitatea gravitației pământești, cu care este atras corpul considerat către centrul Pământului. Valoarea lui g se obține din relația precedentă făcând $t=1$ secundă, și apoi

măsurându-se spațiul descris în această primă secundă de un corp lăsat să cază liber, și s'a găsit $s=4m,9$; cum în cazul $t=1$, $s=\frac{g}{2}$, urmează $g=2s$, $g=2 \cdot 4m,9 = 9m,8$,

adică accelerația gravitației este îndoitul spațiului descris în prima secundă (și depinde de locul considerat).

Gravitatea pământească întinzându-și acțiunea la orice înălțime, Newton a bănuț că acțiunea Pământului se întinde până la Lună, și că există identitate între forța care face ca corpurile să cază către centrul Pământului și forța subț acțiunea căreia Luna se mișcă în jurul Pământului, sau, că tot gravitatea Pământească face ca Luna să se miște în jurul Pământului.

Cum mișcarea Lunei se face tot după legile lui Kepler, e probabil că această gravitate pământească să fie identică cu forța $\frac{\mu m}{r^2}$ la care este supusă mișcarea unei planete în jurul

Soarelui; de unde urmează că gravitatea pământească să fie mult mai slabă la depărtarea Lunei și anume să descrească în raport invers cu pătratul distanței, ca și pentru planete.

Numind cu g' și g accelerațiile gravitației pământești la depărtarea r' a Lunei și la suprafața Pământului (la depărtarea r de centrul Pământului), trebuie să avem

$$mg' = \frac{\mu m}{r'^2}, \quad mg = \frac{\mu m}{r^2},$$

sau

$$\frac{g'}{g} = \frac{\frac{\mu}{r'^2}}{\frac{\mu}{r^2}}, \quad \frac{g'}{g} = \frac{r^2}{r'^2}.$$

Înlocuind pe $r' = 60 r$, trebuie să avem

$$(3) \quad \frac{g'}{g} = \frac{1}{(60)^2}.$$

Pentru a calcula pe g' , să presupunem că orbita descrisă de Lună în jurul Pământului este un cerc cu raza r' . Însămând cu T' durata de revoluție a Lunei în această mișcare uniformă, știm (No. 143) că accelerația g' este

$$g' = r' \frac{4\pi^2}{T'^2}.$$

Înlocuind în (3), avem

$$(4) \quad g = (60)^2 g', \quad g = (60)^2 r' \frac{4\pi^2}{T'^2}.$$

Dar raza r' este distanța mijlocie a Lunei de Pământ, adică egală cu $60 r$, r fiind raza pământescă. Înlocuind în (4), obținem

$$g = (60)^3 r \frac{4\pi^2}{T'^2}.$$

Cum $T' = 27$ zile, 32 și $r = 6371 =$ kilometri, Newton a găsit pentru $g = 9$ m, 8 și deci a dovedit că există identitate între gravitatea pământescă și forța care face ca planetele să se miște în jurul Soarelui și sateliții în jurul planetelor.

148. Expresia generală a legii gravitației universale. Însemnând cu m masa unei planete și r depărtarea ei de Soare, planeta se mișcă în jurul Soarelui sub acțiunea forței exprimată prin

$$\frac{\mu m}{r^2}$$

Dar, și planeta exercită o acțiune asupra Soarelui. Deci, Soarele este supus unei acțiuni din partea planetei, exprimată, prin

$$\frac{\mu_1 M}{r^2}$$

M fiind masa Soarelui, r distanța planetei de Soare, iar μ_1 coeficientul de proporționalitate, deosebit de $\mu = 4\pi^2 \frac{a^3}{T^2} =$

$$= 4\pi^2 \frac{a'^3}{T'^2}, \dots, a, T, a', T', \dots \text{raportându-se la planete, pe când}$$

$$\mu_1 = 4\pi^2 \frac{a_1^3}{T_1^2} = 4\pi^2 \frac{a_2^3}{T_2^2} = \dots, a_1, T_1, a_2, T_2, \dots \text{raportându-se la sateliții unei planete.}$$

Newton introducând *principiul egalității acțiunii și reacțiunii*, a dedus

$$\frac{\mu m}{r^2} = \frac{\mu_1 M}{r^2},$$

sau $\mu m = \mu_1 M$. Scriind această relație sub forma

$$\frac{\mu}{M} = \frac{\mu_1}{M} = f,$$

și însemnând cu f valoarea constantă a acestui raport, atunci una oricare din expresiile care reprezintă fie acțiunea Soarelui

asupra planetei, sau aceea a planetei în jurul Soarelui, se pot scrie sub forma

$$\frac{f M m}{r^2},$$

și se deosebesc numai prin sensul în care lucrează.

Aceasta este expresia cea mai generală a legii gravitației universale, care se enunță: *Două corpuri sau două puncte materiale oarecare, în prezență, exercită unul asupra celuilalt o acțiune proporțională cu masele lor și invers proporțională cu pătratul distanței dintre ele.*

MĂSURA MASELOR CORPURILOR CEREȘTI.

149. **Măsura maseilor.** Massa unui corp poate fi definită prin noțiunea de *cantitate de materie* pe care o conține. Această noțiune se poate preciza cu ajutorul noțiunilor de Mecanică.

După principiul inerției, un corp sustras de la acțiunea oricărei forțe, conservă o mișcare absolut constantă în mărime și direcție. Dacă mișcarea corpului se schimbă, este o *acclerație* sau o variație a mișcării, datorită acțiunii unei forțe care lucrează asupra corpului. Să presupunem că o forță aplicată asupra unui corp, îi determină o oarecare acclerație; dacă îi aplicăm o forță de două ori mare, se constată că mobilul va avea o acclerație îndoită. În general, este proporționalitate între forța care acționează asupra corpului și acclerația pe care i-o imprimă. Factorul de proporționalitate este caracteristica corpului considerat, este *masa*. Urmează deci cum am văzut

$$\text{Forța} = \text{Masa} \times \text{Acclerația},$$

$$\text{sau} \quad \text{Acclerația} = \frac{\text{Forța}}{\text{Masa}}.$$

Să aplicăm acum aceeași forță la două corpuri diferite A și B. Să presupunem că acclerația imprimată lui B este de două ori mai mică de cât aceea a lui A. Masa lui B este atunci de două ori mai mare ca aceea a lui A. Dacă s'ar cântări corpurile A și B, s'ar vedea efectiv că dacă A cântărește 1 kilogram, B cântărește 2 kilograme.

Urmează deci că *un mijloc de a compara masele a două corpuri, este de a măsura acclerațiile pe care le-ar imprima*

o aceeaș forță. Iată cum se determină masa Soarelui în raport cu aceea a unei planete ce are sateliți, cum este Pământul ce are satelitul Luna. Pământul P mișcându-se în jurul Soarelui pe o curbă pe care o putem presupune că este un cerc, accelerația sa în această mișcare circulară uniformă este (No. 143)

$$R \frac{4\pi^2}{T^2},$$

T fiind durată sa de revoluție în jurul Soarelui, iar R fiind raza cercului, adică distanța mijlocie a Pământului de Soare, egală cu 23439 r , r fiind raza pământească. Deci valoarea acestei accelerații este

$$(5) \quad 23439 r \frac{4\pi^2}{T^2}.$$

Această accelerație este efectul forței atracțiunii universale a cărei expresie este dată de formula

$$\frac{f m M}{R^2},$$

adică proporțională cu masele corpului atractiv M (masa Soarelui) și aceea a corpului atras m (masa Pământului, care se mișcă) și invers proporțională cu pătratul distanței R , de la Pământ la Soare. Cum forța este egală cu produsul masei m a corpului care se mișcă, prin accelerație, rezultă că accelerația în această mișcare este

$$\frac{f M}{R^2} = \frac{f M}{(23439 r)^2},$$

r fiind raza Pământului.

Egalând această valoare cu expresia (5) găsită mai sus, rezultă

$$\frac{f M}{(23439 r)^2} = 23439 r \cdot \frac{4\pi^2}{T^2},$$

de unde

$$(6) \quad f M = \frac{4\pi^2}{T^2} (23439 r)^3.$$

În mod analog, s'a calculat accelerația Lunei în mișcarea sa în jurul Pământului, știind că distanța Lunei de Pământ

este $60r$ (raze pământeste), masa atractivă a Pământului fiind m , iar T' durata de revoluție a Lunei în jurul Pământului. Avem deci ca mai sus

$$(7) \quad fm = \frac{4\pi^2}{T'^2} (60r)^3.$$

Împărțind relațiile (6) cu (7), obținem

$$\frac{fM}{fm} = \left(\frac{T'}{T}\right)^2 \left(\frac{23439}{60}\right)^3, \quad M = \left(\frac{T'}{T}\right)^2 \left(\frac{23439}{60}\right)^3 m,$$

și înlocuind pe T și T' cu valorile lor 365 zile, 2422 și 27 zile, 32, s'a găsit

$$M = 333432 m,$$

adică masa M a Soarelui este de 333432 ori mai mare ca masa m a Pământului (după Newcomb).

Aceasta însemnează că, dacă într'un disc al unei balanțe am pus Soarele, ar trebui să punem în celalt disc al balanței 333432 de Pământuri, pentru ca balanța să stea în echilibru.

La toate planetele ce au sateliți, se poate aplica aceeași metodă ca și pentru Pământ, și avem astfel masele lor în raport cu aceea a Soarelui. Așa s'a aflat pentru Marte, Jupiter, Saturn, Uran și Neptun. Dar, pentru Mercur și Venus, pentru care nu s'au descoperit încă sateliți, masele lor s'au determinat servindu-se de perturbațiile, care sunt de asemenea proporționale cu masele, ce aceste două planete produc în mișcările altor corpuri cerești din sistemul solar și ale căror mase s'au putut determina.

Densitatea fiind raportul între masă și volum, având în vedere că masa Soarelui este $M=333432 m$ și că volumul Soarelui este $V=1.301.200 v$ (v volumul Pământului), rezultă că densitatea D a Soarelui este

$$D = \frac{M}{V} = \frac{333432 m}{1.295.000 v} = 0,256 \frac{m}{v}.$$

Însemnând cu d densitatea $\frac{m}{v}$ a Pământului, urmează că densitatea Soarelui este $D=0,256 d$, adică un sfert din densitatea Pământului și fiindcă densitatea Pământului în raport

cu apa este 5,52, urmează $D=0,256 \times 5,52=1,41$, adică densitatea Soarelui în raport cu apa este 1,41.

Greutatea la suprafața Soarelui este datorită atracțiunei universale. Intensitatea gravitației ce o exercită un centru atractiv cu masa m , la distanța r (la suprafața Pământului), asupra unui corp cu masa m' , este dată de formula generală a gravitației universale

$$g = \frac{fm m'}{r^2},$$

f fiind un coeficient constant. Astfel, intensitatea gravitației, la suprafața Pământului, asupra unui litru de apă (un corp cu masa $m' = 1$), este dată de formula

$$(8) \quad g = \frac{fm}{r^2}.$$

De asemenea, intensitatea gravitației ce o exercită Soarele (centru atractiv cu masa M), la distanța $R = 109 r$ (la suprafața Soarelui) asupra aceluiași corp cu masa $m' = 1$, este egală cu

$$(9) \quad G = \frac{fM}{R^2} = \frac{fM}{(109r)^2}.$$

Împărțind relațiile (9) și (8) obținem

$$\frac{G}{g} = \frac{fM}{R^2} : \frac{fm}{r^2} = \frac{fM}{(109r)^2} \cdot \frac{r^2}{fm} = \frac{M}{m} \cdot \frac{1}{(109)^2},$$

$$\frac{G}{g} = 333432 \frac{1}{(109)^2} = 27,9; \quad G = 27,9g.$$

Cu alte cuvinte, greutatea corpurilor la suprafața Soarelui e de 28 ori mai mare ca la suprafața Pământului, sau, un litru de apă, care cântărește pe Pământ un kgr., la suprafața Soarelui cântărește 28 kgr.

Tot astfel s'a arătat că pe Jupiter, intensitatea gravitației de 2,3 mare ca pe Pământ, că pe Lună este numai 0,17 din a Pământului, etc.

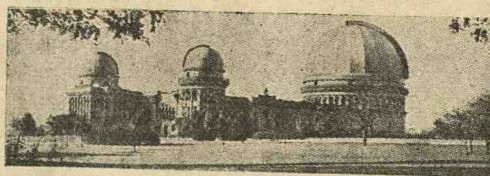
Pentru a vedea ce valorează masele pe care le-am stabilit, să le comparăm cu aceea a unui corp de pe suprafața Pământului, cu a plumbului de ex. Determinarea a fost făcută de Cavendish (XVII secol) și reluată de Cornu și Baille,

în 1905. Experiența lui Cavendish consta în a măsura direct atracția extrem de mică pe care ar exercita-o o sferă de plumb de 158 kgr. asupra unei mici sfere apropiate. Cunos-când greutatea acestei sfere, care rezultă din atracția globului pământesc, s'a dedus raportul masei de plumb de 158 kgr. către masa Pământului. S'a găsit astfel că masa Pământului este aceea a unei sfere omogene de acelaș volum ca a glo-bului pământesc și care ar fi umplută cu o substanță cu den-sitatea 5,52.

NOȚIUNI DE ASTRONOMIE STELARĂ.

150. **Clasificarea spectrală a stelelor.** Stelele sunt mari întinderi gazoase de formă aproape sferică, a căror lumină dă la spectroscoap un spectru continuu, brăzdat de linii (raze) întunecate și foarte rar de linii (raze) luminoase. Stelele a căror spectre au linii luminoase formează o tranziție între stele și nebuloase.

Prezența acestor linii (raze) întunecoase în spectrele stelelor, probează că nucleul incandescent al stelei este încon-



Observatorul din Yerkes (America).

jurat de o atmosferă gazoasă absorbantă mai puțin caldă ca nucleul. Linii-
le spectrale întunecoase fiind caracteristice elementelor ce le dau, s'a dedus

că aproape toate elementele pământești se află și în stele.

Tabloul claselor spectrale după *Draper* este următorul:

Clasa O. Stele foarte calde, cari reamintesc spectrul nebuloaselor.

Clasa B. Stele albe sau bleu, cu temperatura aproape 15000° ; în spectrele lor sunt raze puține și mai des de helium. De ex., Orion (Rigel).

Clasa A. Stele albe cu temperatura aproape de 10000° ; razele de hidrogen sunt intense. De ex., Sirius, Vega, Deneb.

Clasa F. Stele încă albe cu temperatura aproape 8000° ; au raze de hidrogen, calciu și numeroase raze metalice. De ex., Procion, Canopus.

Clasa G. Stele a căror culoare se apropie de galben, cu

temperatura aproape 6000° ; razele de calciu întrec pe cele de hidrogen, foarte numeroase raze metalice, mai ales de fer, magneziu, sodiu. De ex., Capra, Soarele și Taurul.

Clasa K. Stele galbene sau portocalii; raze metalice numeroase, largi și difuze; cele de hidrogen au dispărut aproape; temperatura vecină de 4000° . De ex., Aldebaran, Arcturus.

Clasa M. Stele roșcate cu temperatura aproape 3000° ; raze metalice și bande datorite oxidului de titan. De ex., Antares (Scorpionul), Betelgeuza (Orion), stele variabile cu perioadă lungă ca Mira Ceti.

Clasa N. Stele roșii, cu temperatura sub 3000° , aproape 2700° , în spectrul cărora sunt bande de carbon. De ex., o stea din constelația Pești.

Aceste tipuri pot fi grupate sumar în următoarele clase, după Secchi (1867): 1) stele *albe* sau *bleu*, clasele B și A; 2) *stele galbene*, clasele F, G, K; 3) *stele roșcate*, clasa M; 4) *stele roșii*, clasa N.

Diversitatea spectrelor stelelor nu implică nici de cum o diferență în compoziția chimică a atmosferelor stelare. Toate stelele conțin helium, hidrogen, vapori metalici, dar starea fizică a fiecărei stele nu permite la toate elementele constitutive de a-și semnaliza prezența prin apariția razelor sale caracteristice. Cu alte cuvinte, spectroscopia ne arată mai mult temperatura și presiunea pe care le au atmosferele stelare, decât compoziția lor. Clasificarea pe care o dă nu este o clasificare chimică și se bazează numai pe caractere fizice.

151. Dimensiunile stelelor. S'a arătat că, dacă stelele galbene și roșii (clasele G, K, M) s'ar așeza toate la aceeași distanță, 32,6 ani de lumină ⁽¹⁾, ele ar forma două grupe;



Secchi
(1818—1878).

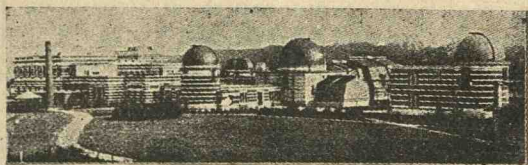
⁽¹⁾ *Parsec* reprezintă distanța de unde s'ar vedea raza orbitei pământului sub un unghi de o secundă de arc; cu alte cuvinte, este distanța stelelor care au paralaxa egală cu $1''$. Această distanță valorează 3,26 ani de lumină. O distanță de 10 parsec valorează $3,26 \times 10 = 32,6$ ani de lumină și a fost adoptată pentru calcularea *magnitudinii absolute* a stelelor. În rezumat, magnitudinea absolută a unei stele, este magnitudinea sub care s'ar vedea acea stea dacă am așeza-o la distanța de 10 parsec, sau 32,6 ani de lumină.

una compusă din stele foarte strălucitoare, de dimensiuni foarte mari, care sunt în prima fază a evoluției lor, și care sunt *stele gigante*; altă grupă formată din stele cu strălucire slabă, mult mai mici ca cele dintâi, în sadiul descendent al vieții lor, și care sunt *stele mici*. Volumul unora din stelele gigante este de 1.000.000 ori mai mare ca acela al unora din stelele mici. Între una din aceste stele gigante și Soare, este aceeași diferență ca între Soare și Pământ.

Aceste rezultate au fost confirmate cu ocazia *determinării directe a diametrului aparent al stelei Betelgeuza* de către fizicianul american *Michelson* în anul 1920. Acest diametru a fost găsit egal cu $0",045$. Din depărtarea cunoscută a stelei, care este 170 ani de lumină, s'a dedus diametrul său real, egal cu 540 milioane kilometri, adică de 300 ori lărgimea Soarelui, sau că volumul său este de 27 milioane de ori mai mare ca al Soarelui nostru. Arcturus, depărtat cu 38 de ani lumină, are 34 milioane kilometri diametru. S'a găsit pentru Aldebaran 434 milioane kilometri, iar pentru Antares, diametrul de 643 milioane kilometri, și volumul de 97 milioane de ori mai mare ca al Soarelui.

Dacă s'ar așeza centrul acestor stele gigante în centrul Soarelui, marginile sferei lui Antares ar fi între orbita lui Venus și aceea a Pământului, iar pentru Betelgeuza, ar conține orbita pământească, fără să atingă aceea a lui Marte.

152. Massele stelelor. Stelele gigante sunt mari prin volumul lor.



Observatorul din Bruxelles

Cum spectrele lor indică o presiune foarte redusă și o stare de condensare puțin înaintată, urmează că aceste bule enorme de gaz foarte rarefiat, au o

massă care nu întrece probabil cu mult pe aceea a stelelor mici. Acestea au putut fi verificate și direct. Nu există nici o metodă care să permită *determinarea masei* unei stele izolate. Dar se cunoaște un mare număr de stele duble, adică de sisteme constituite prin două astre în mișcare, care se atrag reciproc și descriu, una în raport cu alta, orbite cărora li s'a

putut determina elementele în multe cazuri. Cum distanța acestor stele a putut fi determinată, s'au aflat dimensiunile, în kilometri de ex., a orbitei relative descrisă de o stea în jurul companionului său. Această mișcare se face conform primelor două legi ale lui Kepler. S'a recunoscut, astfel, că legea atracțiunii lui Newton se aplică și la universul stelar. S'a putut determina, ca și în cazul Soarelui, masa acestor stele duble, și calculul a fost făcut pentru 150 sisteme, adică pentru 300 stele. S'a văzut că aceste mase sunt mari cel mult cât de patru ori masa Soarelui și cel puțin cât jumătatea masei Soarelui; astfel, α Centaur are ca sumă a maselor de 2 ori aceea a Soarelui, Eridan cât a Soarelui, η Cassiopea de 4 ori mai mare ca a Soarelui. Sunt și excepții, căci s'a descoperit un sistem ale cărui cele două componente au împreună o masă de 180 ori mai mare ca aceea a Soarelui, ceea ce face cel puțin 90 de ori pentru fiecare din ele.

153. Evoluția stelelor. Dacă se ține seamă de valorile mijlocii, stelele gigante au masa de 5 ori mare ca aceea a celor pitice. Cum raportul volumelor este egal cu un milion, putem admite că *densitatea* gigantelor este de 200.000 ori mai mică decât a stelelor pitice. Acesta este aproximativ raportul densităților normale a hidrogenului și platinei, gazul cel mai ușor și metalul cel mai dens. Cum acest rezultat a fost obținut considerând cazurile mijlocii, se vede că în cazurile extreme, se obțin diferențe de 10 ori mai mari.

Considerarea densităților ne permit de a aranja într'un șir continuu clasele spectrale definitive, ținând seamă și de gigante și de pitice. Iată în ordinea densităților descrescătoare și a evoluției stelelor:

Gigante M, K, G, F. — Stele A și B. — Pitice F, G, K, M.

Dacă se admite că materia constitutivă inițială este aceeași, culoarea diferită a stelelor arată că ele sunt la diferite stadii ale evoluției lor. Precizând ideile lui Lockyer, Russel a emis ideea că stelele, în cursul vieții lor, trec de două ori prin aceleași aparențe spectrale și a propus următoarea schemă relativă la evoluția stelelor. Orice stea se detașează din nebuloasă în starea unei stele puțin condensată și rece, adică gigantă M. Din cauza gravitației, se condensează puțin câte puțin, își micșorează volumul și se mărește presiunea, degajându-se căldură

care îi ridică progresiv temperatura. Deci steaua gigantă urcă scara claselor spectrale, și trece succesiv prin clasele K, G, F. Dar, densitatea neputându-se mări nemărginit, condensarea se încetinează și degajarea de căldură se micșorează. În acelaș timp, perderea de căldură prin radiare devine din ce în ce mai mare, temperatura începe să se micșoreze. Când are cea mai mare temperatură, steaua aparține la clasele A sau B. Când temperatura începe să se micșoreze, steaua a devenit pitică. În această stare ea traversează din nou stările termice anterioare, adică seria claselor spectrale, dar de data aceasta în ordinea F, G, K, M. Volumul nu descrește decât foarte încet, iar strălucirea stelei scade repede, pe când în timpul ascensiunii, volumul stelei gigante descrește iute, și strălucirea ei variind puțin.

Betelgeuza, gigantă roșie este deci, după Russel, un nou născut. Aldebaran, deasemenea gigant, de tipul K, este puțin mai avansat în evoluția sa. Stelele din clasele A și B ca Deneb și Rigel sunt în strălucirea tinereții. Pe scara descendentă găsim succesiv Sirius, încă strălucitoare și caldă, apoi Procion, Soarele, care este o stea pitică către declin. În fine, stelele pitice din clasele K, M, stele carbonizate, sunt astre obscure și reci.

154. Mișcările proprii ale stelelor. Comparând cataloagele egiptene cu acelea ale epocii sale, Halley, în 1718, observă cel dintâi, că au variat coordonatele unora dintre stele. Planul fundamental la care se referă pozițiile stelelor este ecuatorul contimporan al epocii în care s'au făcut observațiile. Acest ecuator este variabil; dar, cum deplasările sale datorite precesiunii și nutației sunt cunoscute, se pot calcula ce ar deveni coordonatele stelelor observate la alte epoci diferite, dacă ele sunt raportate la acelaș sistem de comparație.

S'a arătat însă, că pentru cele mai multe din stele, coordonatele lor variază progresiv. Deci stelele s'au deplasat în acest timp din cauza unei mișcări proprii.

A (Fig. 114) fiind poziția unei stele în spațiu, B aceea pe care o are după un anumit timp, și O ochiul observatorului, deplasarea reală AB a stelei este rezultanta deplasărei AB_2 perpendiculară pe OA și a deplasărei AB_1 dealungul razei vizuale OA.

Mișcarea radială AB_1 a stelelor, dealungul razei luminoase,

a putut fi pusă în evidență aplicând principiul lui *Döppler—Fizeau* (1848) și anume, dacă un corp luminos se apropie sau se depărtează cu o iuțeală comparabilă cu a luminei, liniile spectrului său deviază către violet sau către roșu. Măsurându-se cu cât au deviat, într'un sens sau într'altul, se poate afla iuțeala cu care corpul se apropie sau se depărtează. Astfel, s'a găsit că Aldebaran se depărtează de noi cu 50 kilometri pe secundă, Sirius se apropie cu 15 km. pe secundă.

Pentru mai multă precizie, această măsură nu se face cu ochii liberi pe spectrul observat, ci se fotografiază spectrul acelei stele și apoi se măsoară micrometric depărtarea liniei de hidrogen a spectrului stelei, față de o linie spectrală cunoscută a unui spectru obișnuit de hidrogen incandescent pământesc.

Deplasarea tangențială AB_2 se poate calcula dacă se știe unghiul AOB și distanța OA a stelei. Unghiul AOB este dat de arcul ab după care se proiectează pe cer deplasarea reală AB . Arcul ab se află comparând clișeele fotografice ale aceleiași regiuni luate la un interval de timp, suprapunându-le astfel ca stelele de reper să coincidă; a și b sunt pozițiile stelei în primul și al doilea clișeu. Astfel, s'a aflat că mica stea a lui Barnard, situată la distanța 8 ani de lumină, descrie anual un arc ab de $10''$, iar pentru cele mai multe stele aceste deplasări sunt mai mici ca $8''$ anual. Un observator văzând Soarele nostru la distanța mijlocie a stelelor de prima mărime, i-ar atribui o mișcare aparentă ab de $0'',58$.

Compunând mișcarea radială AB_1 cu cea tangențială AB_2 , s'a putut afla mișcarea reală AB , care este în mijlociu 35 kilometri pe secundă. Se cunosc și viteze mai mari, cum este pentru o stea din Lebadă 82 km. pe secundă, o stea din Casiopea 166 km. pe secundă, steaua 1830 din Catalogul Gro-ombridge, 241 km. pe secundă, Arcturus situat la distanța 125 ani de lumină se mișcă cu viteza de 413 km. pe secundă.

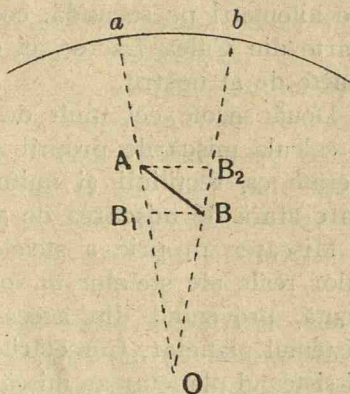


Fig. 114.

În general, viteza stelelor se mărește cu stadiul lor de evoluție, cele mai tinere având o viteză mijlocie de 4 kilometri pe secundă, cele vechi de 20 kilometri pe secundă.

Nebuloasele se deplasează cu viteze enorme, câteva sute de kilometri pe secundă, ceea ce dă de bănuț că ele nu fac parte din Calea Lactee, ci constituie Universe depărtate, distincte de al nostru.

Două secole cel mult de observații sunt de ajuns pentru a calcula mișcările proprii. În acest interval ele pot fi considerate ca rectilinii și uniforme. Fac excepție stelele duble, care afară de mișcarea de ansamblu, au și mișcări pe orbite.

Mișcarea proprie a stelelor poate fi datorită sau deplasărilor reale ale stelelor în spațiu, sau, mai bine, poate fi aparentă, provenind din aceea că Soarele se mișcă cu întreg sistemul planetar. Cercetările au arătat că, atât stelele cât și sistemul planetar au mișcări proprii. S'a constatat că *Soarele are cu sistemul planetar o mișcare către Vega*, din constelația Lirei, cu o iuțeală aproape de 19 kilometri pe secundă.

Un studiu mai aprofundat al mișcărilor reale ale stelelor, a arătat că nu pot fi considerate ca repartizate absolut arbitrar. Kapteyn (1904) a emis ideea că în universul stelar sunt două direcții preferate în care par că se mișcă ansamblul stelelor. Aceasta presupune în universul nostru stelar existența a două curențe de stele care se pătrund, ele se dirijează către două puncte opuse situate în planul mijlociu al Căii Lactee; în interiorul fiecăruia din aceste curențe stelele se mișcă arbitrar.

155. Stele variabile. Stelele nu-și păstrează toate aceeași strălucire; unele prezintă variațiuni, cu perioade mai mult sau mai puțin mari, care variază de la o fracție de zi până la doi ani.

Numeroase stele variabile, cum este Algol (Perseu), conservă o strălucire constantă și maximă în cea mai mare parte a timpului perioadei sale. Astfel, Algol trece de la mărimea 2,3 la mărimea 3,5 și revine la strălucirea primitivă după 2 zile, 20 ore, 49 minute; dar timpul cât își micșorează strălucirea este de scurtă durată, numai 9 ore aproape.

S'a putut arăta, că razele spectrului lui Algol se deplasează, când către roșu, când către violet, aceste deviațiuni având aceeași perioadă ca și aceea a strălucirii. Aplicând principiul lui Döppler-Fizeau, s'a arătat că steaua are o mișcare

pe o curbă (orbitală). Pare că sistemul lui Algol este compus din două corpuri sferice, unul strălucitor, altul obscur de dimensiuni analoage cu Soarele, învârtindu-se unul în jurul celuilalt. Companionul obscur are o mișcare relativă în jurul stelei strălucitoare, de unde rezultă pentru astra luminoasă eclipse parțiale care îi micșorează periodic strălucirea.

Aspectele stelelor variabile, de alt tip, a căror strălucire variază continuu, se explică tot prin existența unui sistem dublu, dar ambele astre componente sunt strălucitoare. Ele se învârtesc una în jurul celeilalte pe orbite mai mult sau mai puțin alungite, și produc maximum sau minimum de strălucire, după cum, în raport cu noi, ele sunt sau alături sau una în fața celeilalte.

Aceste grupe de stele se zic stele duble fotometrice sau spectroscopice. Nici cu cele mai puternice lunete astronomice nu s'a putut vedea că sunt formate din două astre alături și structura lor a fost pusă în evidență prin fenomenul deplasării razelor spectrului lor. Se cunosc aproape 150 grupe de stele spectroscopice. De ex., companionul lui Mizar (Ursa Mare).

În fine, alte stele variabile, cum este Mira Ceti (constelația Balena) care are perioada de aproape 350 zile, nu sunt constituite dintr'un sistem dublu. Se crede că variațiile lor de strălucire sunt datorite unor pete, analoage cu petele solare, dar de o întindere mai mare.

Sunt și stele variabile cu perioada scurtă, de aproape 5 zile, numite *Cefeide*, al căror tip este o stea din Cefeu. Variabilitatea acestor stele pare a fi o proprietate intrinsecă a lor, datorită modificărilor brusce ale constituției lor fizice.

156. Stele temporare. Se mai văd uneori stele care apar deodată, își măresc strălucirea, și-o micșorează apoi și în fine dispar complet, sau rămân ca niște stele cu lumina foarte stinsă. Astfel de stele se numesc stele temporare sau noi.

Apariția unei stele noi în constelația Scorpionul în anul 134 înainte de Crist., a făcut pe Hiparch să alcătuiască primul catalog de stele. O altă stea nouă a fost văzută de Ticho-Brache în 1572, în constelația Casiopea, când avea o strălucire egală cu a stelei Sirius. Lumina acestei stele a crescut, a întrecut pe aceea a lui Venus, așa că se putea vedea chiar

ziua. Strălucirea ei se micșoră apoi și dispăru, după ce a fost văzută pe cer un an și jumătate, fără să-și schimbe locul pe cer.

De asemenea, steaua din Coroana boreală, apărută în 1868, exista înainte ca o stea de mărimea 10-a; lumina ei a crescut, ajunse ca o stea de mărimea a doua, păstră astfel lumina câteva zile și apoi, după vre-o 6 săptămâni, își reluă slaba strălucire pe care o avusese la început.

În mod analog, se poate cita steaua nouă din *Lebăda*, văzută în 1876, a cărei strălucire ajunse până la același mărimea a 2-a numai în câteva ore, apoi își micșoră strălucirea foarte mult, în care stare se vede și astăzi.

Apoi în 1885 apărură, în mijlocul nebuloasei *Andromeda*, o stea care deveni de mărimea 6-a, pe urmă se micșoră și dispăru complet.

Steaua nouă din constelația *Vizitiul*, văzută în 1892, ajunse la a patra mărime și dispăru apoi aproape complet după șase luni, păru că are o foarte mică strălucire, revenind la mărimea 15-a, strălucire pe care o are și astăzi.

În fine, stele nouă cele mai luminoase au fost cea din *Perseu* (1901), care a întrecut în strălucire pe toate stelele din emisfera boreală, din *Acvila* (1918) și cea din *Lebăda* (1920).

Aproape toate stelele noi apar în Calea Lactee sau în apropiere, acolo unde densitatea materiei cerești este cea mai mare. S'a crezut că ele provin din ciocnirea a două stele slabe dând loc la o explozie luminoasă; este probabil că apariția lor este datorită modificărilor brusce a suprafeței unui Soare aproape de a se stinge. Poate că stelele noi sunt stele variabile cu perioade extrem de lungi, cărora le surprindem numai maximum și aceste stele variabile sunt foarte vechi.

Stelele temporare dau în spectrul lor raze strălucitoare de hidrogen, de magneziu, helium, ca cele ce se găsesc în cromosfera și protuberanțele solare.

157. Stele duble. Stele multiple. Cu ajutorul lunetei se descoperă pe cer numeroase grupe de stele strâns legate între ele. Astfel, sunt stele duble, compuse din câte două stele, atrăgându-se reciproc, supunându-se legii atracțiunii universale și descriind una în raport cu alta orbite (elipse), cărora li s'a putut determina elementele într'un mare număr de cazuri, precum și masele lor. Două treimi dintre stele, de altfel, formează

sisteme binare; un soare izolat ca al nostru, constituie un tip relativ rar.

Timpurile lor de revoluție în care descriu orbitele lor sunt variabile. Așa, pentru steaua dublă Sirius, de 50 ani; alfa Centaur, 81 ani; pentru Mizar (Ursa-Mare), 160 ani.

În afară de stelele duble, există grupe de mai multe stele, numite stele multiple. S'a observat un număr oarecare de stele triple, cum e steaua triplă din constelația Racului; e compusă dintr'o stea principală de a cincea mărime și două stele de a șasea mărime, învârtindu-se în jurul celei dintâi, una în 60 ani, alta în aproape 500 ani. De asemenea există în constelația Lirei o stea cuadruplă; ea se compune din două stele, duble fiecare. În fine, în Orion este o stea multiplă, ce are șapte stele simple, patru formează un trapez și sunt mai luminoase, iar trei stele sunt mai mici.



W. Herschel (1738–1822).

158. Roiuri de stele. Grupe de mai multe stele formează așa zisele roiuri de stele. Unele, numite *roiuri deschise*, sunt mici îngrămădiri stelare compuse din stele nu prea apropiate (îndesate), cum este roiul *Pleiadele*. Văzut cu ochii liberi, pare compus din 7 stele; cu ajutorul telescopului, se vede că acest roi are peste 600 stele, strălucirile lor fiind cuprinse între a treia și a 14-a mărime. Mișcările proprii ale acestor stele au toate aceeași direcție, ceea ce indică origina lor comună. Tot roiuri deschise sunt cele din constelațiile *Gemenii*, *Racul*, roiul dublu din *Perseu* care se vede compus din două roiuri.

Adesea roiurile se văd sub forma unor pete alburii; observate cu instrumente puternice, ele sunt rezolubile, adică sunt formate din foarte multe stele, iar depărtările lor sunt colosale. Astfel sunt *roiurile globulare*, de formă rotundă, care au stelele din ce în ce mai îndesate cu cât ne apropiem de centrul roiului, în cât pe fotografiile lor se numără cu greu stelele din care sunt compuse. Așa este roiul din *Hercule*, compus din 60.000 stele și este la depărtarea 37.000 ani de lumină. Roiul din *Centaur*, văzut cu ochii liberi, apare ca o stea de a

patra mărime; clișeele fotografice au arătat 6400 stele distincte. Stelele variabile ce se află în acest roi, au permis a calcula distanța sa de 21.000 ani de lumină. Roiul *Toucan*, situat la o distanță probabil egală, este compus din 10.000 stele, strânse într'o mică sferă cu raza de 11 minute de arc. Roiul cel mai depărtat este cel din *Delfinul*, găsit de Dl *Shapley* la distanța 220000 ani de lumină, adică de 25000 ori distanța lui *Sirius*.

Roiuri globulare sunt în constelațiile *Căinele de vânătoare*, *Vărsătorul*, *Scorpionul*, *Săgetătorul*, *Șarpele*. Aceste roiuri



Roi globular
(Hercule, Messier 13)



Roi deschis (Gemeni, Messier 35).

sunt foarte întinse, diametrul linear al lor având lungimi până la 500 ani de lumină.

159. **Nebuloasele** apar ca pete alburii, și oricare ar fi puterea lunetei cu care sunt observate, ele se văd sub formă de materie difuză și nu pot fi rezolubile în stele. Nebuloasele *Andromeda* și *Orion* se văd cu ochii liberi. Această materie difuză, nebuloasele, au pe cer întinderi colosale; astfel, *Andromeda* acoperă două grade pătrate pe sfera cerească. *Orion* acoperă douăzeci grade pătrate pe sferă, de 80 de ori suprafața aparentă a Soarelui, ceea ce corespunde la suprafațe enorme, având în vedere că nebuloasele sunt mult mai depărtate ca stelele.

Herschel (1738—1822) a catalogat peste 2500 de nebuloase și roiuri; numărul lor astăzi este foarte mare.

I. *Nebuloase amorfe*. Aspectele sub care se prezintă nebuloasele sunt diferite. Unele, au forma de nori de materie cosmică gazoasă, când obscură, când luminoasă, și se zic *nebuloase amorfe*. Așa sunt nebuloasele *Orion*, cea din *Lebăda*, nebuloasa *Trifide*. Nebuloasele obscure au o putere absorbantă

mare, și ascund stelele depărtate în fața cărora masa lor este interpusă. Ele formează pete negre pe fondul stelat.

Nebuloasele amorfe sunt adesea asociate cu stele, cufundate în nori nebuloși, cum este nebuloasa *America* din Lebăda. De asemenea, stelele din Pleiadele sunt cufundate într'o nebulozitate, și sunt legate cu filamente luminoase.

S'au putut determina distanțele unor nebuloase amorfe cu ajutorul stelelor cu scurtă perioadă ce le conțin. Nebuloasa Orion este la 600



Nebuloasa spirală Andromeda.

ani de lumină, pe când o nebuloasă asociată cu nori nebuloși, este la 10.000 sau 20.000 ani de lumină.

Natura gazoasă a nebuloaselor amorfe a fost pusă în evidență cu ajutorul spectrului lor, care este discontinuu și constituit din raze luminoase; se recunosc în special razele de *hidrogen*, *helium* și un element încă necunoscut pe Pământ, numit *nebulium*.

II. *Nebuloase planetare*. Există și altfel de nebuloase gazoase, numite *nebuloase planetare*. Pe când nebuloasele amorfe sunt difuze, neregulate, câte o dată foarte întinse, nebuloasele planetare sunt mici, de formă relativ simplă și aproape geometrică. Ele au o individualitate caracteristică ce le apropie de stele. De altfel, un mare număr dintre nebuloasele planetare au în centrul lor o stea, în jurul căreia pare că constituie o atmosferă gigantică. Astfel este nebuloasa din *Lira*, de forma unui inel. Nebuloasa *Bujnița* își datorește numele celor două pete negre ce seamănă cu doi ochi rotunzi.

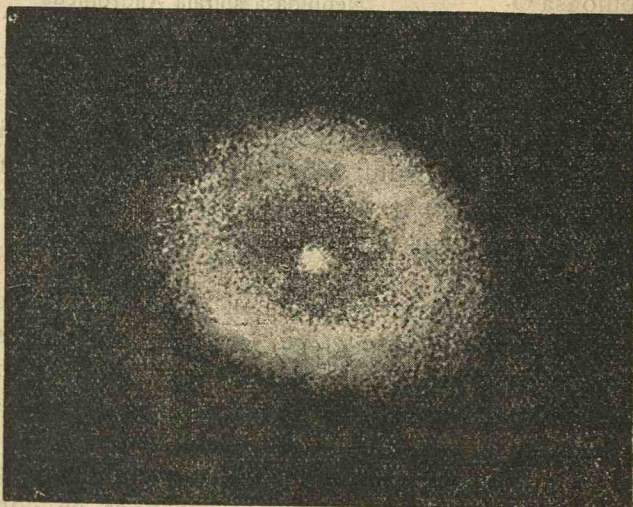
Aceste nebuloase sunt puține și se cunosc cam 150. Sunt situate în calea Lactee (Galaxia) ca și stelele. Datorită stelei



Nebuloasa Orion.

centrale, s'a putut determina distanța unora dintre ele. De altă parte, spectrograful dă viteza lor de rotație și astfel masa lor a putut fi calculată. Observatorul Lick (California) a arătat că masa unei astfel de nebuloase este de 19 ori cât a Soarelui. Sunt valori analoage ca acelea ale masselor stelelor mari, pe când nebuloasele amorfă au mase enorm de mari.

Se crede că nebuloasele planetare provin dintr'o stea nouă. O stea nouă are la apariția ei o strălucire mare, care apoi se micșorează, oprin-



Nebuloasa inelară a Lirei.

du-se după câțiva ani la o strălucire telescopică slabă. La epoca

strălucirii celei mai mari, spectrul său are puține raze; apoi apar câteva raze întunecoase, dar mai ales raze strălucitoare, care indică prezența unei atmosfere ce înconjură astra. Când steaua a devenit foarte slabă, spectrul său continuu aproape a dispărut, dar se disting razele strălucitoare care aparțin la helium, hidrogen, nebulium. În unele cazuri, evoluția stelei este completă și steaua nouă s'a transformat în nebuloasă. Astfel, Barnard, în 1917, a arătat existența învelișului nebuloos în jurul stelei noi din 1901 din constelația Perseu. Steaua nouă din Lebedă (din 1920) dă acum un spectru unde predomină raze strălucitoare de nebulium, deci ea s'a transformat.



Nebuloasa spirală a
Cănilor de vânătoare.



Nebuloasa obscură neagră
trecând înaintea nebulozită-
ților luminoase, la sud de
Orion.

Toate stelele, nebuloasele amorfe sau planetare sunt conținute în Galaxia (Calea Lactee).

III. *Nebuloasele spirale* au fost descoperite pe la mijlocul secolului trecut. Studiul lor sistematic a început numai de la epoca construirii marilor telescoape, și astăzi se cunosc mai mult de un milion de astfel de nebuloase. O nebuloasă spirală este formată dintr'un nucleu din care pleacă tangențial două brațe care se învârtesc în spirală în acelaș sens și care se perd în spațiu. Fiecare dintre brațe are prelungiri, uneori numeroase și dese. Între spire se vede adesea pete negre, bine limitate. Se crede că este materie cosmică obscură și absorbantă, ca aceea ce se găsește în Calea Lactee. Brațele nebuloasei sunt amestecate cu materie cosmică, care se află între brațe și sâmbure, între cele două spire și afară din ele.

S'a putut cu greu fotografia spectrul nebuloasei spirale Andromeda. Acest spectru nu se aseamănă cu acel al nebu-

loaselor gazoase amorfe sau planetare. Este un spectru stelar vecin cu acela al Soarelui. Razele întunecoase de calciu sunt în particular mai intense. Totuși, spiralele, chiar cele mai strălucitoare nu se rezolvă în stele; nucleul lor în special conservă un aspect nebulos. Numai în spirele exterioare a câtorva nebuloase s'a putut vedea stele noi sau cefeide (variabile cu perioada scurtă), adică stele extra gigante de foarte mare strălucire absolută. Nebuloasele spirale sunt deci formate din stele, amestecate cu materie nebuloasă, dar ele sunt foarte



Nebuloasa Trifide
(Săgetătorul).



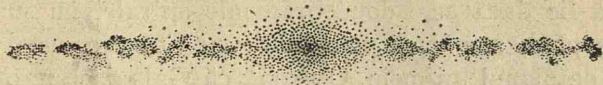
Nebuloasa spirală
din Ursa Mare.

departe pentru a putea fi rezolvate. Nucleul constituie un gigant roi turtit, condensat către centru, iar brațele sunt formate de nori stelari amestecați cu nori nebulari.

160. **Structura Universului.** Stelele nu sunt repartizate uniform pe cer, ci sunt din ce în ce mai numeroase pe măsură ce ne apropiem mai mult de planul unui cerc mare al sferei cerești, numit plan galactic; acesta trece prin constelațiile Scorpionul, Săgetătorul, Spicul, Vulturul, Lebăda, Casiopea, Perseu, Vizitiul, alunecă apoi între Orion și Gemenii și se încheie cu Corabia, Crucea de Sud. Această centură nu cuprinde numai stele strălucitoare, ci este semănată cu adevărați nori stelari, formează ca o dâră alburie, slab luminată, neregulată și care se numește *Calea Lactee* sau *Galaxia*. Fotografiiile telescopice ale acestor nori galactici, au arătat că ei conțin mii de stele, care par că se ating, și totuși lumina pune ani ca să parcurgă distanța dintre ele.

Calea Lactee constituie planul de simetrie în jurul căruia

se repartizează toate astrele Universului, din care Soarele nostru nu este cât un atom. Se constată o concentrare a stelelor pe măsură ce ne apropiem de planul galactic, de unde urmează că Universul nostru stelar formează un roi turtit, având forma unei lentile, căruia i s'a dat numele de Galaxia. Soarele este relativ apropiat de centrul Galaxiei, astfel că în direcția marginelor lentilei noi vedem mult mai multe stele decât în direcția polilor săi. Concentrarea galactică a stelelor se explică deci printr'un simplu efect de perspectivă. Norii galactici, formați din stele slabe, situați la distanțe de 100.000 ani de lumină fac parte din Galaxie. După Kapteyn (Astronom olandez) concentrarea stelelor se micșorează pe măsură ce ne depărtăm de Soare, sau mai exact de centrul Galaxiei, care este depărtat de Soare cu 200 ani de lumină. Galaxia se rărește progresiv fără limită bruscă, astfel că dincolo de distanța de 100.000 ani de lumină se găsesc foarte puține stele,



Secțiunea teoretică a Galaxiei cu un plan perpendicular pe planul galactic, arătând repartitia norilor stelari în jurul nucleului.

spațiile cerești pot fi considerate ca vide. Aceasta ar fi distanța unde se termină sistemul stelar la care aparține Soarele.

În rezumat, Galaxia se compune dintr'un nucleu stelar foarte condensat în centrul său, care se rărește pe marginile sale. Acest nucleu este turtit. Nori de stele foarte dese, așezate în ecuatorul său, formează în jurul nucleului un inel imens cu diametrul exterior de 200.000 ani de lumină.

Nebuloasele amorfe sunt concentrate către planul galactic, ca și stelele, urmând aceeași lege de distribuție. Este legătură între aceste două spețe de astre și anume se crede că stelele ar rezulta din scurgerea materiei nebulare amorfe, fiecare picătură devenind o stea gigantă.

De asemenea și nebuloasele planetare sunt situate în Calea Lactee și par a fi repartizate în același mod ca și stelele.

Pe când roiurile deschise sunt așezate în general în planul galactic, roiurile globulare es din acest plan și se grupează la oarecare distanță, la nord și la sud, și se apropie de Galaxie cu o viteză considerabilă, mai mult de 100 kilometri pe se-

cundă. În rezumat, roiurile globulare sunt pentru Galaxie ceea ce sunt cometele în sistemul solar, cu aceeași origină necunoscută, aceeași împrăștiere în apropierea centrului.

Nebuloasele spirale sunt exterioare Galaxiei. Distanța lor trece peste 100.000 ani de lumină, căci noi separăm în stele roiurile globulare a căror distanță trece peste 200.000 ani de lumină, pe când nucleul nebuloaselor spirale este nerezolubil în stele. Astfel, pentru nebuloasa spirală Andromeda, cea mai întinsă și mai strălucitoare din toate, cu ajutorul stelelor noi ce au apărut în această nebuloasă și acum aproape s'au stins, s'a putut afla că este depărtată cu 600.000 ani de lumină.

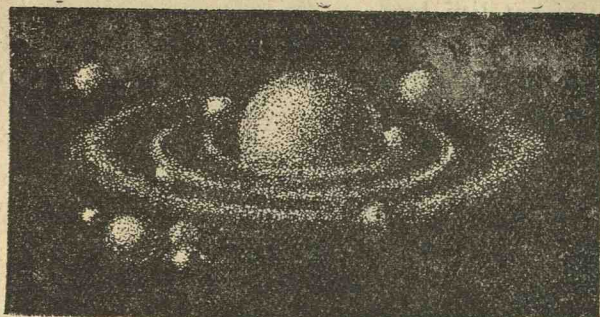
Se crede, că Galaxia este o nebuloasă spirală. Norii galactici sunt situați într'un plan, ca brațele spiralei. Ei lasă în centru un spațiu liber ocupat de nucleu. De altă parte, Calea Lactee se dedublează pe o mare parte a lungimei sale, ceea ce trebuie să fie dacă cele două brațe ale spiralei nu sunt exact în același plan, sau dacă Pământul, cu Soarele, este simțitor în afară de planul mijlociu. O probă că Galaxia este o spirală, este și faptul că dimensiunile nebuloaselor spirale sunt comparabile cu acelea ale Galaxiei. Astfel, pentru spirala Andromeda, al cărei diametru aparent atinge două grade, iar nucleul un sfert de grad, are nucleul întins pe o distanță de 2600 ani de lumină, iar pentru ambele spire 20.000 de ani. Aceste dimensiuni sunt comparabile cu ale Galaxiei, pentru care au valori de 5 ori mai mari.

Această nebuloasă este cea mai apropiată din toate spiralele și este văzută cu ochii liberi. Celelalte spirale, mai mici, sunt și mai depărtate, iar distanța lor se socotește în milioane de ani de lumină. O nebuloasă de un diametru aparent de un minut, și sunt mii de acestea, și care au aceleași dimensiuni ca și Andromeda, sunt la 70 milioane ani de lumină. Aceasta este lumea pe care ne-o desfășură Astronomia. Sunt aproape un milion de universuri spirale ca al nostru, care conține numai el două miliarde de stele. Lumina pune sute de mii de ani să vie de la ele și când a ajuns la noi, lumea de la care a pornit s'a transformat, a devenit de nerecunoscut. Una din spirale, a noastră, conține o stea, Soarele, care ne dă lumină și viață; cine știe, dacă celelalte stele nu sunt și ele centrul unor lumi mai mici, analoage cu a noastră.

161. Ipoteze cosmogonice. Am văzut cum legea gravitației lui Newton explică generalitatea fenomenelor observate. Alte ipoteze, relative la constituția Soarelui, sau la formarea cozei cometelor se bazează pe experiențele fizicienilor, făcute în laboratoare și sunt extensiunea și generalizarea rezultatelor dobândite.

Este mult mai greu a da o explicație definitivă trecutului și a prezice viitorul Universului, adică a forma o teorie cosmogonică. Cel mult s'a încercat să se dea una referitoare la formarea sistemului solar.

I. O astfel de ipoteză cosmogonică a fost aceea a lui Laplace (1796). Iată în ce constă această teorie. O nebuloasă avea o



Formațiunea sistemului planetar după Laplace.

mișcare de rotație în sens direct. Răcindu-se prin împrăștierea căldurei înmagazinate, a urmat să se condenseze treptat și să se învârtască mai repede. Atmosfera gazoasă, ce compunea nebuloasa, din cauza mișcării de rotație, a produs o umflătură la ecuator, până ce la un moment, rupându-se echilibrul ce exista între forța centrifugă dela ecuator și intensitatea gravitației, s'a deslipit această umflătură ecuatorială și a continuat să se învârtască în forma de inel, cu aceiași iuțeală ce avea în momentul când s'a deslipit. Asemenea deslipiri de inele au început dela periferie către centru. Fiecare inel s'a rupt în părțile unde rămăsese mai puțină materie și în locul inelului, mai multe mase fluide de diferite mărimi au continuat să circule cu aceiași iuțeală și la aceiași depărtare de Soare, având fiecare o mișcare de rotație egală și de acelaș sens cu cea de circulație a inelului. Cele mai mici au fost atrase de

un centru mai mare și astfel a luat naștere o planetă. Nebuloasă nouă, care a dat naștere planetei, a continuat să se miște în jurul nebuloasei centrale; prin învârtire, s'a turtit la poli, s'a desprins din ea un inel ecuatorial. Acesta a dat naștere unei planete secundare, unui satelit și așa mai departe. Astfel s'au născut sistemele lui Jupiter, Saturn etc.

Această teorie nu mai poate fi admisă astăzi, deoarece s'a văzut că unii sateliți au mișcări retrograde, duratele de revoluție a unui satelit a lui Marte și a inelului lui Saturn, sunt mai scurte de cât aceea a rotației planetei lor, etc.

II. Se cunosc azi mai multe ipoteze cosmogonice. Cea mai apropiată de realitate este aceea care caută să explice nașterea nebuloaselor spirale și apoi a sistemului nostru solar cu planetele și sateliții lor.

Aproape două miliarde de stele se mișcă în toate sensurile în spațiu; o apropiere a două dintre ele se poate deci produce odată. Să presupunem deci că o stea trece aproape de o astră cu tendință explosivă, cum este Soarele, ale cărui protuberanțe arată astfel de caracter. În acest caz (Fig. 115), curenți de materie vor pleca de la astra S, în două sensuri opuse, unul către steaua E, altul în direcția opusă, întocmai ca marile oceanice, care se produc pe Pământ, către Lună și în direcție opusă. Dar aceste curenți de materie atrași de steaua E care se mișcă, se vor curba (îndoi), de o parte în sensul mișcării stelei E mobile,

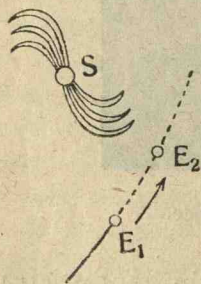


Fig. 115.

și de altă parte se va produce o curbura simetrică și astfel ia naștere nebuloasa spirală. Curentele vor fi constituite de nucleuri înconjurată de nori nebulari.

Dacă steaua trece departe de astră, atracția sa este slabă și materia poate să recadă pe astră de la care a plecat, mărind sau întârziind rotația proprie după sensul vitezei corpușulelor. Dacă steaua a trecut mai aproape, din cauza atracției mai mari, materia rămâne detașată de astră, fiecare element urmând o orbită eliptică, parabolică sau iperbolică. Forma spirală este a ansamblului curentului, dar fiecare corpușul particular circulă de la o spiră la alta (Fig. 116) după o orbită în general eliptică. Toate orbitele sunt aproape în

planul orbitei stelei perturbatoare, devenit planul nebuloasei spirale. Nucleurile vor forma planete, atrăgând materia din jurul lor. Ciocnirile tind a rotunji orbitele și a imprima nucleelor mișcările lor de rotație. Excepțional, se pot produce rotații în sens invers cu acela al mișcării spirale, și de asemenea, oarecare corpuscule circulând în acest sens retrograd pot a fi atrase (captate) de nucleuri și a forma sateliți care nu mai circulă în sensul general.

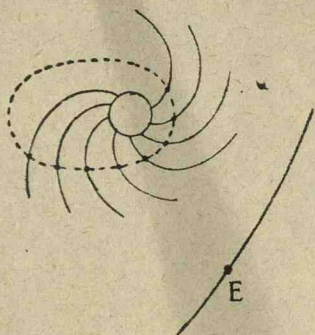
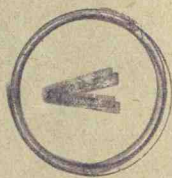


Fig. 116.

Mulțimea teoriilor cosmogonice ne face să bănuim că nici una nu este definitivă, mai ales că se cunoaște încă puțin asupra evoluției nebuloaselor.



VERIFICAT
2007

VERIFICAT

OPERE LITERARE

DIN EDITURA „CARTEA ROMANEASCA“

	LEI
Anghel D., Proză	25.—
Anghel D. și Iosif O. Șt., Carmen Saeculare	18.—
Bart Jean (Eug. P. Botez), Schițe marine	48.—
Brătescu-Voinești Al. I., Intuneric și lumină	75.—
Firimituri.	80.—
Caragiale L. I., Nuvele și povestiri Ed. V	60.—
„ Teatru Vol. I Ed. V	60.—
„ Vol. II Ed. VI	60.—
Cerna P., Poezii Ed. V	40.—
Coșbuc G., Balade și idile Ed. XIII	60.—
„ Fire de tort	75.—
„ Căntece de vitejie	25.—
„ Ziarul unui pierde vară	60.—
Davila Al., Vlaicu-Vodă, dramă în 5 acte	60.—
Eminescu M., Poezii Ed. III, introducere de Prof. Gh. Adamescu	60.—
„ Geniu pustiu. Roman Ed. V	42.—
Goga O., Meșterul Manole. Piesă în 3 acte	60.—
Ioiga N., Cleopatra. Piesă în 5 acte. Ilustrată.	75.—
Pillat și Perpessicius., Antologia poezilor de azi Vol. I.	80.—
„ „ Antologia poezilor de azi Vol. II	120.—
Rebreanu L., Ion. Roman 2 Vol. Ed. V	180.—
Premiat de „Academia Română“	
Sadoveanu M., Șoimii Ed. VII.	75.—
Premiul Național	
Slavici I., Nuvele Vol. I.	75.—
„ Vol. II	90.—
„ Mara. Roman Ed. III	50.—
Teodoreanu I., La Medeleni Vol. I Ed. III	100.—
„ Vol. II Ed. II	150.—
„ Vol. III Ed. I	130.—
Vlahuță Al., Poezii Ed. XIII	70.—
„ Clipe de liniște Ed. VI	48.—
„ Dan. Roman Ed. V.	60.—

LUCRĂRI DIDACTICE

DE

N. ABRAMESCU

1. Algebra pentru cl. IV a Liceelor, Școlilor normale, Seminarii, de *Manicatlde* revăzută și adăugită în întregime.
 2. Algebra pentru cl. V a Liceelor, Școlilor normale, Seminarii, de *Manicatlde*, revăzută și adăugită în întregime.
 3. ~~Tratat~~ **Tratat** ~~coi~~ **elementar** de algebră (fosta *Algebră* de clasa V reală) de *Manicatlde* revăzută și adăugită în întregime, pentru Școlile de Arte și Meserii, Școli de conductori, Școli speciale, pentru prepararea la diferite examene, admitere în Școlile Politehnice, etc.
 4. Astronomia pentru Licee, cu multe clișee și cu cele mai noi rezultate și descoperiri.
 5. Cosmografia pentru Seminarii și Școli normale.
 6. Trigonometria pentru Licee.
 7. Aritmetica rațională (fostă cl. V reală) în colaborare cu D^l profesor *Orășanu*, pentru Școlile de Arte și Meserii, Școlile de Conductori, Școli speciale, pentru prepararea la diferite examene, admitere în Școli Politehnice, etc.
-