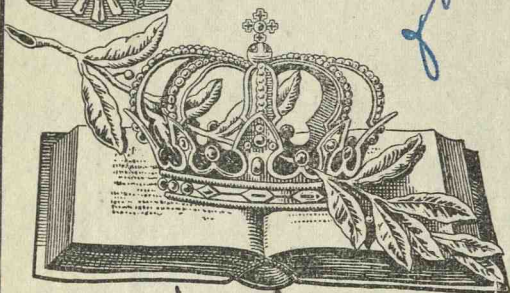




BIBLIOTECA
FVNDATIVNEI
VNIVERSITARE
CAROL I.

free



n° Curent 78187 Format -

n° Inventar AGH437 Anul 1941

Sectia Depozit Raftul 0

N. ABRAMESCU

ASTRONOMIE

A.598/941



EDITURA „CARTEA ROMĂNEASCĂ” BUCUREȘTI

ASTRONOMIE

Inv. A. 64.437.

PENTRU CLASA VII-a
PENTRU LICEE, ȘCOLI NORMALE, SEMINARII.

DE

N. ABRAMESCU
PROFESOR UNIVERSITAR

B225503

EDIȚIA XII-a REVĂZUTĂ ȘI ADĂUGITĂ

APROBATĂ DE MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE CU ORDINUL No. 81
DIN 3 Iunie 1941

72638



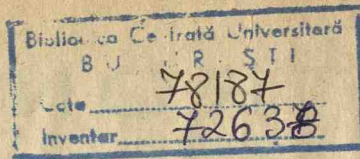
C O P E R N I C



Taxa timbrului didactic de 5% pentru acest manual s'a plătit direct
Casei corpului didactic, conform deciziunii No. 3660/933

EDITURA „CARTEA ROMÂNEASCĂ”, BUCUREȘTI

1947



RC 53/01

9953

LUCRĂRI DIDACTICE

de N. ABRAMESCU

1. **Algebra pentru cl. IV a Liceelor, Școli Normale, Seminarii,** de *Manicatide*, revăzută și adăugită în întregime.
2. **Algebra pentru cl. V a Liceelor, Școli Normale, Seminarii,** de *Manicatide*, revăzută și adăugită în întregime
3. **Algebra pentru cl. VI a Liceelor, Seminarii, Școli Normale,** care conține și *Tabele de dobânzi compuse, anuități, amortimente*
4. **Trigonometria cu Aplicații la Agrimensură și Statică pentru cl. VI a Liceelor, Seminarii, Școli Normale.**
5. **Algebra superioară și cu Aplicații la Cinematică pentru cl. VII, secția științifică.**
6. **Astronomia pentru cl. VII a Liceelor, Seminarii, Școli Normale.**
7. **Algebra superioară pentru cl. VIII, secția științifică.**
8. **Geometria Analitică pentru cl. VIII, secția științifică.**
9. **Mecanica pentru cl. VIII, secția științifică.**
10. **Tratat complementar de Algebră (fosta Algebră de cl. V. reală)** de *Manicatide*, revăzută și adăugită în întregime pentru Licee militare, Licee industriale, Școli de conductori, Școli speciale, pentru prepararea la diferite examene, admitere în Școli Politehnice, etc.
11. **Arifmetica raționată (fostă de cl. V reală),** în colaborare cu D-1 Prof. Gr. Orășanu, pentru Licee militare, Licee industriale, Școli de conductori, Școli speciale, pentru prepararea la diferite examene, admitere în Școli Politehnice, etc.
12. **Algebra pentru cl. VI comercială,** cu Tabela de dobânzi compuse.
13. **Algebra Financiară pentru cl. VII comercială,** cu Tabele de dobânzi compuse, anuități, amortimente.
14. **Lecțiuni de Geometrie Analitică** urmate de *Introducerea elementară în studiul analitic al Geometriilor Neeuclidiene și Noțiuni elementare de Geometrie pectorială* (Editura Universității Cluj).
15. **Lecțiuni de Geometrie Analitică** (Editura Universității Cluj).

B. C. U. "Carol I" - Bucuresti



C72638

C72637

Toate drepturile

rezervate.

PREFAȚĂ

Inceputurile Astronomiei sunt tot atât de vechi ca și omul. Din timpurile cele mai depărtate, au fost folosite pentru nevoile vieții, mișcarea aparentă a Soarelui și figurile neschimbate ale constelațiilor. Din necesitatea de a avea aceste cunoștințe s'au născut și dezvoltat celelalte științe, mai ales Mecanica, Fizica, Matematicile.

Astronomia a adus, în special Fizicei, o contribuție permanentă și neîntrecută în ultimul timp, referitor la constituția materiei; mai ales că aceste probleme sunt studiate în Astronomie, în laboratorul măreț care este Universul, laborator unde sunt condiții imposibil de realizat pe Pământul nostru. În adevăr, suprafața vizibilă a unor stele este la o temperatură de peste 40.000 de grade, pe când temperatura pe Pământ abia a ajuns la 10.000 de grade.

Noțiuni din aceste noi rezultate ale Astrofizicei am expus în prezenta lucrare; de aceea am tratat sub o formă redusă celelalte părți, unele de specialitate. Dar știința evoluează ca și viața, pentru ale cărei nevoi trebuie să avem cunoștințe generale în toate direcțiile; de aceea s'a rezervat în învățământ așa de puțin timp pentru Astronomie. Totuși, trebuind a fi făcută destul de multă materie, pentru a ușura acest studiu, am expus-o pe lecții. Dar cartea pare și așa prea mare, din cauza multor clișee, și a celor expuse cu literă mică pentru cei care doresc să-și înmulțească cunoștințele ⁽¹⁾.

Mulțumesc Casei *Cartea Românească* pentru stăruința depusă, ca lucrarea să apară cât mai bine și mai atractiv.

N. ABRAMESCU

(1) Se mai pot consulta următoarele tratate de care m'am servit: *Description du Ciel* de A. Danjon; *L'Astronomie* de A. Lambert; *Astrophysique* de Bosler; *L'évolution de l'Astrophotografie et les grands télescopes* de G. W. Ritchey; *Les étoiles dans leurs courses* de James Jeans; *Dix leçons d'Astronomie* de E. Esclançon; *Le soleil* de G. Bruhat; *Dans le champs solaire* de P. Couderc; *Précis d'Astronomie* de P. Stroobant; *L'Architecture de l'Univers* de P. Couderc; *Univers* 1937 de P. Couderc; *Astronomie* de E. Esclançon, J. Baillaud, E. Paloque, L. d'Azambuja, A. Danjon, G. Rougier, F. Baldet, A. Couder; *Parmi les étoiles* de P. Couderc (1938); *Les étoiles* de G. Bruhat (1939); *Bulletin de la Société astronomique de France*.

ASTRONOMIE

de N. ABRAMESCU

ASTRONOMIE SFERICA

BOLTA CEREASCĂ. MIȘCAREA DIURNĂ

I. 1. Stele. Fotografiiile cerului ne arată că, în afară de stele, se mai văd un mare număr de pete alburii, numite *nebuloase*, care au enorme întinderi, și sunt situate la depărtări foarte mari de noi. La o vreme foarte depărtată, materia s'a condensat și formează mulțimea nesfârșită de stele. *Soarele* este una din aceste miliarde de stele. Soarele, *planetele*, printre care se numără și Pământul, cu *sateliții* lor, împreună cu *cometele*, formează *sistemul solar*. Stelele pe care le vedem, constituie o nebuloasă numită *Galaxia*, analoagă cu celelalte nebuloase compuse din miliarde de stele, și care sunt răspândite în Univers.

Astronomia studiază depărtările, mișcările, mărimile, așezarea și constituția fizică a stelelor, a Universului.

2. Sfera cerească. Pentru a studia cu ușurință poziția stelelor, vom considera o sferă ideală cu raza foarte mare, având centrul T în ochiul observatorului (Fig. 1). Pe aceasta se proiectează pozițiile stelelor și se numește *sferă cerească*.

Ca poziții ale stelelor A, B (Fig. 1), vom considera punctele a, b , unde razele vizuale TA, TB taie sfera cerească. Unghiul AOB se zice *distanța unghiulară* a acestor stele.

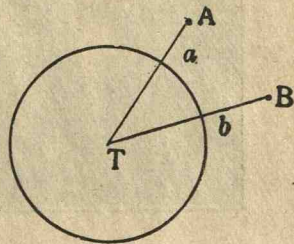


Fig. 1.

3. Verticală. Zenit. Orizontul locului. Zenitul locului este punctul verticalei deasupra capului observatorului. Planul dus

prin ochiul observatorului, perpendicular pe verticală, este orizontul locului.



Fig. 2. Nebuloasă din Ofiucus. La stânga o stea din Scorpionul (asemănător cu ochiul omenesc); jos roiuri de stele (Fotografie E. Barnard, Institutul Carnegie).

4. Mișcarea diurnă. Observând cerul o noapte întreagă, vedem cum stelele răsar la orizont, se ridică până la o înălțime,

apoi coboară și dispar. Sunt unele care nu dispar și steaua Polară pare nemișcată. Mișcarea aceasta generală a stelelor este *mișcarea diurnă* și pare că stelele ar fi fixate pe sfera cerească și aceasta s'ar învârti în jurul unei axe, numită *axa lumii*, care trece prin ochiul observatorului și printr'un punct foarte aproape de steaua Polară. Această mișcare este aparentă și este datorită faptului că Pământul se mișcă în jurul axei sale.

Legile mișcării diurne sunt: 1) *orice stea pare că descrie în mișcarea sa diurnă un cerc perpendicular pe axa lumii*; 2) *mișcarea aparentă a stelelor pe sfera cerească este uniformă și timpul în care se face rotația completă este același pentru toate stelele*; 3) *mișcarea se face dela răsărit la apus* (cum arată săgețile în fig. 3).

5. Axa lumii. Poli. Ecuator cereesc. Paraleli cerești. Diametrul sferei cerești în jurul căruia 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 cerească în emisfera boreală, care cuprinde polul nord, și emisfera australă, care cuprinde polul sud.

În fig. 3, 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. 3), punctul r care coincide cu momentul când steaua apare la orizont, este răsăritul stelei, iar punctul a unde steaua A dispăre 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.

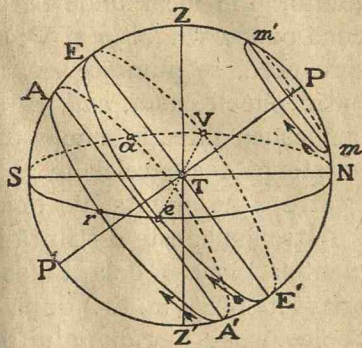


Fig. 3.

6. Meridianului locului. Stelele luând parte la mișcarea diurnă, se ridică până la o poziție, cea mai înaltă, ceea ce este meridianul locului. Acesta este un plan de simetrie față de pozițiile stelelor, când au înălțimi egale, întâi când se ridică și apoi când se coboară. Meridianul trece prin axa lumii și verticala locului. În cazul figurii 3, este planul PZSP'N și taie orizontul după dreapta NTS, care se zice meridiană.

7. Orientarea observatorului. Punctele cardinale. Meridiana prelungită întâlnește sfera cerească în două puncte N și S (Fig. 3); 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. 3) *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.

Astronomia este o știință foarte veche, după cum arată documentele rămase dela Caldeeni, Egipteni. Piramidele au fost orientate (4200 în. Cr.) după punctele cardinale, deci cunoșteau determinarea meridianului locului.

8. Sensul mișcării diurne este retrograd (ca acele unui ceas, cum arată săgețile din fig. 3). Sensul opus se zice direct (invers ca acele unui ceas).

Pentru a vedea mișcarea diurnă, observatorul trebuie să stea cu spatele spre steaua Polară, și atunci va vedea cum stelele răsar la orizont, se ridică în fața sa dela stânga la dreapta, până la o poziție cea mai înaltă, care este meridianul locului, apoi se coboară pentru a dispărea către apus.

COORDONATE CEREȘTI. COORDONATE ORIZONTALE.

9. Coordonate orizontale. Azimutul. Distanța zenitală. Presupunând observatorul așezat în T (Fig. 4), fie TZ verticala și HH' orizontul locului. Fie A o astră și ZTA planul vertical al astei. **Distanța zenitală** a stelei A este unghiul z format de raza vizuală TA, îndreptată spre stea, cu verticala TZ.

Înălțimea stelei deasupra orizontului este unghiul h pe care îl face raza vizuală TA cu planul orizontului. Distanța zenitală și înălțimea unei stele sunt complementare, adică

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

Prelungind planul orizontului și planul vertical al stelei A , ele vor tăia sfera cerească după câte un cerc mare (Fig. 4). Distanța zenitală z va avea aceeași măsură ca și arcul ZA , iar înălțimea h se măsoară cu arcul aA .

Distanța zenitală $ZA = z$ se măsoară începând dela zenit, dela 0° la 180° , pe semicercul ZAN . Înălțimea aA se socotește dela 0° la 90° , începând dela orizont.

Azimutul unei stele A (Fig. 4) este unghiul format de planul vertical ZTA al stelei cu un plan vertical fix ZTF . Insemnând cu Ta și TF urmele pe planul orizontului, al planului vertical al stelei și al planului vertical fix, azimutul stelei A este unghiul FTa , care se măsoară cu arcul Fa , începând dela originea F , într'un sens convenabil ales, și în general dela 0° la 360° , pe cercul orizontal HFH' .

Se alege, în general, ca origine a azimutului punctul Sud, S (Fig. 3), al orizontului locului, și se socotește dela 0 la 360° , în sensul mișcării diurne. Astfel, azimutul punctului V (Vest) (Fig. 3) este 90° ; acela al Nordului N (Fig. 3) este 180° ; azimutul punctului Est, e , este 270° . Se socotește deasemenea azimutul dela 0° la 180° , în cele două sensuri, fie plecând dela punctul Sud, fie dela punctul Nord.

Azimutul și distanța zenitală, sau azimutul și înălțimea determină poziția stelei pe sfera cerească, adică ele constituiesc un sistem de coordonate sferice.

Aceste coordonate se zic *orizontale*, fiindcă poziția stelei este raportată la planul orizontal. Astfel, poziția stelei A (Fig. 4) este determinată pe sfera cerească, dacă se cunosc azimutul $\sphericalangle FTa$ și distanța zenitală $z = \sphericalangle ZTA$, măsurate cu arcele Fa și ZA , în sensurile expuse mai sus.

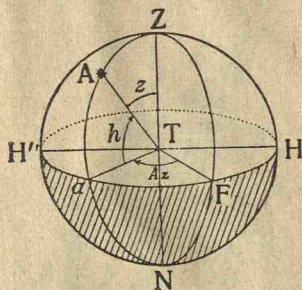


Fig. 4.

Azimuthul și distanța zenitală se măsoară cu ajutorul *teodolitului* (Fig. 5). El se compune :

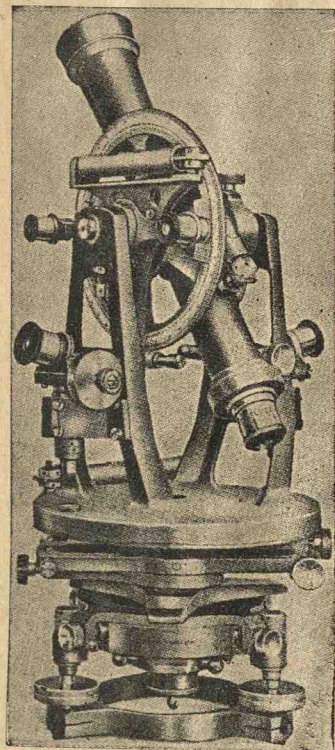


Fig. 5.

1) dintr'un cerc C' (Fig. 6), orizontal gradat, în centrul căruia este fixată o axă verticală. 2) Dintr'un cerc vertical C (Fig. 6), deasemenea gradat, care se învârteste în jurul acestei axe; de acest cerc este fixat un indicator i , care se mișcă pe 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 (Fig. 6), care se poate mișca pe cercul vertical, mobilă în jurul centrului acestui cerc.

Să presupunem că cercurile teodolitului sunt astfel aranjate, că cercul C' este orizontal; că zero al cercului orizontal se află în fața indicatorului i când luneta este îndreptată către originea azimuthurilor. Pentru a măsura coordonatele orizontale ale unei stele, îndreptăm luneta astfel ca imaginea stelei să vină în centrul lunetei. Unghiul DAD' (Fig. 6) determinat de indicatorul i cu o direcție fixă AF ,

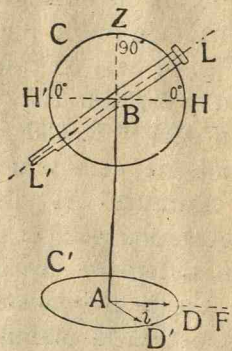


Fig. 6

10. Determinarea meridianului unui loc.

I. *Metoda înălțimilor egale*. Să alegem o stea când se ridică, și să fixăm luneta teodolitului pe cercul vertical. Fie D (Fig. 7) punctul care corespunde diviziunii de pe cercul orizontal, în dreptul căreia se găsește indicatorul în acest moment. Steaua ese din câmpul lunetei, se ridică până ajunge la poziția cea mai înaltă, când ajunge

la poziția cea mai înaltă, când ajunge

la meridian, apoi se coboară. Invârtim 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 lunetă, adică ajunge în A' , la o înălțime egală cu aceea din A (Fig. 7) în care se afla când am văzut-o întâia dată.

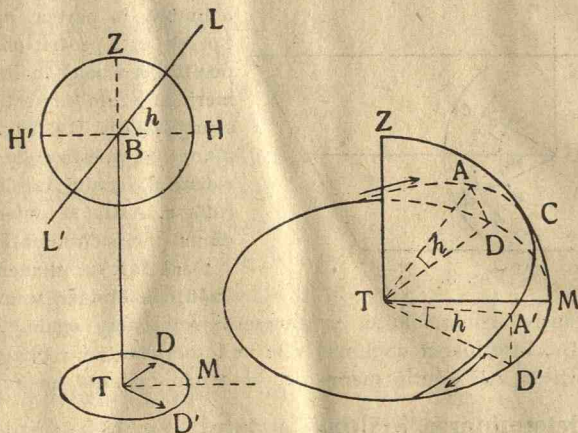


Fig. 7

În acest moment citim diviziunea D' , în dreptul căreia se va găsi indicatorul pe cercul orizontal. Meridianul este un plan de simetrie față de pozițiile stelelor cu aceeași înălțime, odată când se ridică, și apoi când se coboară. Deci direcția meridianului este bisectoarea TM (fig 7) a unghiului format de cele două direcții OD și OD' și se obține luând semisuma celor două citiri pe cercul orizontal, când o stea are aceeași înălțime (sau aceeași distanță zenitală).

II. *Metoda culminației.* Meridianul locului se mai poate determina, observând că în momentul când stelele ajung la meridian, ele au înălțimea cea mai mare, sau cum se mai zice meridianul este locul de culminație al stelelor. Se va urmări cu teodolitul o stea când se ridică deasupra orizontului, și când înălțimea ei este cea mai mare, atunci indicatorul teodolitului va arăta direcția urmei pe orizont a planului meridian al locului.

Aducând cercul vertical al teodolitului în această poziție și lăsând luneta liberă în cercul vertical, vom putea observa numai stele când trec la meridianul locului.

În antichitate se determina meridianul locului, cu *gnomonul*, compus dintr'un plan orizontal P (Fig. 8), pe care se fixează o vergea verticală AB; pe planul orizontal se trag mai multe cercuri cu centrul în B. Când Soarele luminează

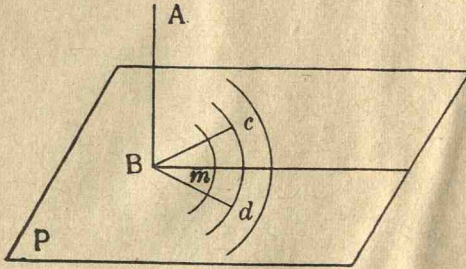


Fig. 8.

vergeaua dintr'o parte, ea aruncă o umbră în partea opusă. Când Soarele este pentru observator în poziția cea mai înaltă, adică la meridian, umbra este cea mai scurtă, de ex., Bm (Fig. 8); atunci planul ABm este chiar planul meridian al locului, iar Bm este meridianul prin culminația Soarelui. Dacă într'un moment oarecare, înainte de amiază, umbra ar fi Bc, după amiază, Soarele coborându-se, va ajunge la o înălțime egală, și va da o umbră egală Bd. Bisectoarea unghiului cBd va fi meridianul, iar planul ABm, ce trece prin verticala AB și prin meridianul, va fi chiar planul meridianului.

II. 11. Determinarea înălțimii polului. Ca să aflăm direcția axei lumii, sau a polului, trebuie să găsim unghiul pe care-l face cu orizontul, adică înălțimea polului deasupra orizontului.

Insemnând cu C și C' (Fig. 9) cele două treceri ale unei stele circumpolare la meridianul locului, avem

$$\begin{aligned} HP &= HC + CP, \\ HP &= HC' - PC'. \end{aligned}$$

Adunând și observând că $CP = P'C$, obținem

$$\begin{aligned} 2HP &= HC + HC', \\ HP &= \frac{HC + HC'}{2}. \end{aligned}$$

Înălțimea HP a polului deasupra orizontului este deci determinată, căci HC și HC' sunt complementele distan-

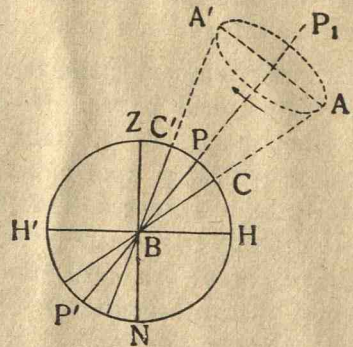


Fig. 9.

țelor zenitale ZC și ZC' care se cunosc cu ajutorul teodolitolui (¹).

Dacă am voi să avem distanța zenitală a polului, adică ZP , vom lua complimentul înălțimii, 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 locului. 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 după uscat. Pentru un loc pe ocean (pe apă), vom vedea cum se determină cu un alt instrument, *sextantul*.

12. Ecuatorialul. După ce am determinat meridianul în locul de observație și direcția polului, să așezăm un teodolit astfel ca axa lui, să fie îndreptată către pol, adică să coincidă cu axa lumii. Aceasta se obține, dând axei verticale a teodolitolui o înclinare pe

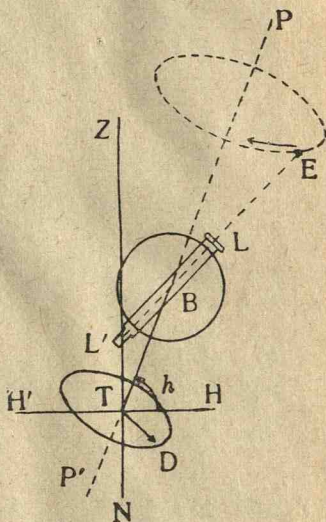


Fig. 10.

orizont egală cu înălțimea h a polului deasupra orizontului. Atunci cercul care era orizontul, va coincide cu ecuatorul ceresc și instrumentul astfel așezat poartă numele de *ecuatorial* (Fig. 10). 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.

13. Timp sideral. Ziua siderală. *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

(¹) Aci nu se ține seamă de refracție, despre care vom vorbi mai departe

în care se învâртеște aparent sfera cerească în jurul axei lumii. Ziua siderată este de fapt durată de rotație a Pământului în jurul axei sale și are 23 ore 57 minute timp mijlociu dat de ceasurile noastre. Ziua siderală se împarte în 24 ore siderale, ora siderală în 60 minute siderale și minuta în 60 secunde siderale.

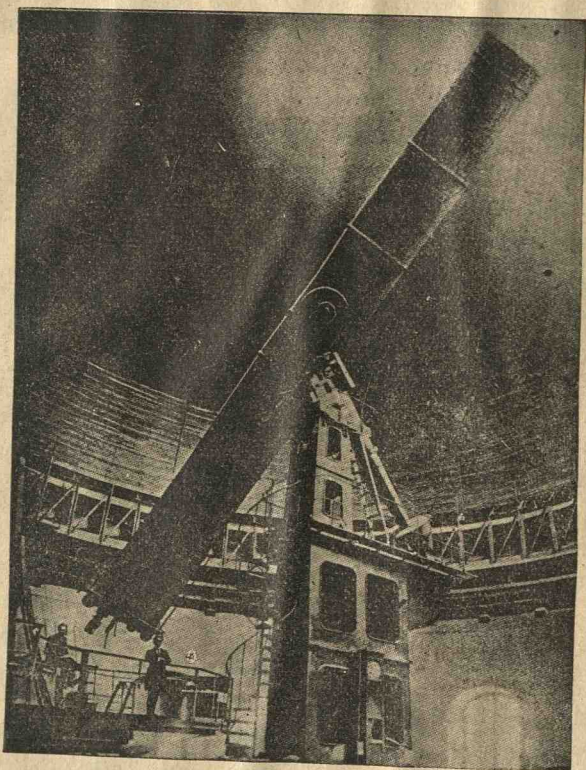


Fig. 11. Marele Ecuatorial dela Observatorul din Meudon (Franța) cu diametrul de 83 centimetri.

Dacă am potrivit o pendulă ca să meargă 24 ore în timpul unei zile siderale, ea se numește *pendulă siderală* și timpul arătat de această pendulă se numește *timp sideral*. S'a făcut învoiala ca ziua siderală să înceapă în momentul când un punct anumit de pe ecuator, numit *punct vernal*, trece la meridianul locului. Atunci pendula trebuie potrivită să arate 0 ore, 0 minute și 0 secunde.

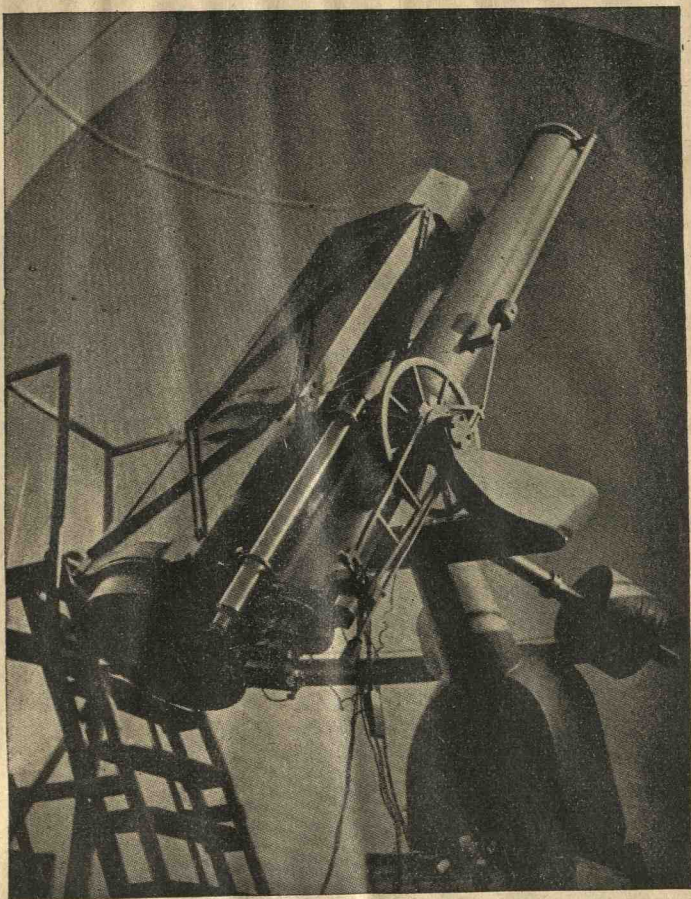


Fig. 12. Telescopul Observatorului astronomic din Cluj
cu oglinda de 50 cm. diametru.

COORDONATE ORARE ȘI ECUATORIALE.

14. Cere orar. Cercul orar al unei stele S este acela din care face parte semicercul PSP' ce trece prin axa polilor și prin acea stea, S (Fig. 13). În timpul mișcării diurne toate cercurile orare ale stelelor vin pe rând în dreptul meridianului $PE'P'$ al locului; de fapt *meridianul locului trece în dreptul fiecărei stele.*

15. Unghiul orar. Ascensiunea dreaptă. Declinația. Azimutul și distanța zenitală a unei stele variază continuu din cauza mișcării diurne; ele depind și de poziția observatorului. De aceea astronomii, ca să determine poziția stelelor, se servesc de alte coordonate raportate la planul ecuatorului și la axa lumii, care sunt fixe pe sfera cerească. Aceste două coordonate sunt *ascensiunea dreaptă* și *declinația*, notate cu A și D .

Unghiul orar. Insemnând cu a punctul unde ecuatorul EE' (Fig. 13) taie cercul orar PSP' al stelei S , unghiul orar al stelei este măsurat de arcul Ea pe ecuator. Se socotește dela 0° la 360° , sau dela 0 la 24 ore, în sensul mișcării diurne (retrograd), începând dela meridianul locului la cerul orar al stelei. Unghiul orar se vede că este unghiul format de cercul orar al stelei cu meridianul superior al locului.

Ascensiunea dreaptă. În loc de a lua ca origine intersecția ecuatorului cu meridianul superior al locului, se ia ca origine punctul vernal γ pe ecuator. Ascensiunea dreaptă a unei stele S este măsurată de arcul γa depe ecuator dela punctul γ la punctul a de intersecție al ecuatorului cu cercul orar al stelei. Ascensiunea dreaptă se socotește în sens direct (invers ca mișcarea diurnă) dela 0° la 360° sau dela 0 la 24 ore. Se vede că ascensiunea dreaptă este unghiul format de cercul orar al stelei cu cercul orar al punctului vernal γ , măsurat în sens direct.

Declinația D a unei stele S este distanța aS (fig. 13) în grade dela ecuator până la acea astră, distanță măsurată pe cercul orar al stelei. Ea este de două feluri; dacă steaua este în emisfera boreală, declinația D se zice boreală și are semnul $+$; dacă steaua este în emisfera australă, D este australă și are semnul $-$. D variază deci dela 0° la $+90^\circ$ și dela 0° la -90° . Distanța în grade între ecuator și paralelul descris de stea fiind totdeauna aceiași, declinația unei stele nu variază.

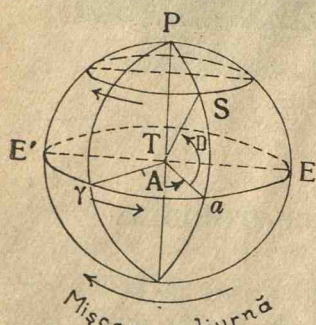


Fig. 13.

ate ecuatoriale.

Unghiul orar și declinația se zic *coordonate orare*, iar ascensiunea dreaptă și declinația se numesc *coor-*

16. **Determinarea ascensiunii drepte.** Fie EE' ecuatorul, S , o astră, γ originea ascensiunilor drepte (Fig. 13). În timpul miș-

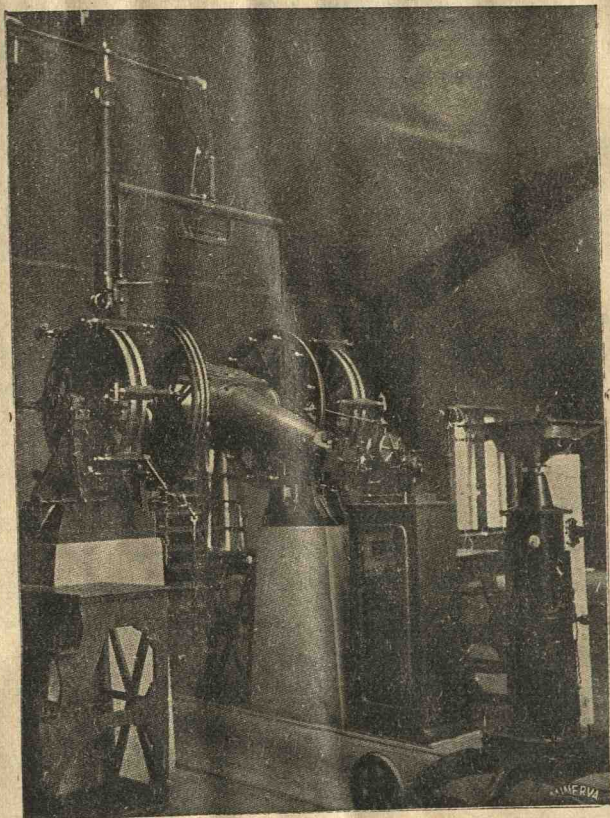


Fig. 14. Cercul meridian al Observatorului astronomic din București.

cării diurne, o stea parcurge tot paralelul său, adică în 24 ore siderale parcurge 360° ,

$$,, \quad 1 \quad ,, \quad ,, \quad ,, \quad \frac{360}{24} = 15^\circ,$$

$$,, \quad 1 \text{ minută siderală parcurge } \frac{15 \times 60}{60} = 15'$$

$$,, \quad 1 \text{ secundă siderală parcurge } \frac{15 \times 60}{60} = 15''.$$

Să luăm punctul γ ca origine a măsurii timpului (origine a zilei siderale); în momentul când meridianul punctului γ este în dreptul meridianului locului $PE'P'$, vom aranja pendula la 0 ore, 0 minute, 0 secunde. Până la ajunge steaua S și punctul a la meridianul locului, va trece un timp, să presupunem de 3 ore; deci în momentul când steaua S trece la meridianul locului, pendula arată ora 3. În acest timp punctul a a parcurs arcul $a\gamma$ care este ascensiunea dreaptă a stelei S .

Dar am văzut că un punct, în mișcarea diurnă, într'o oră parcurge 15° , prin urmare în 3 ore drumul parcurs va fi $3 \times 15^\circ$. Acest arc fiind ascensiunea dreaptă A a stelei, vom avea $A = 3 \times 15^\circ$.

Insemnând cu t ora arătată de pendula siderală (aranjată după mersul punctului vernal), în momentul când steaua S trece la meridian și cu A ascensiunea dreaptă a ei, avem deci

$$A = t \times 15.$$

De aici deducem următorul procedeu pentru determinarea ascensiunii drepte a unei stele. Vom aranja pendula siderală să arate 0 ore, 0 minute, 0 secunde în momentul când punctul γ trece la meridian; ora ce va arăta pendula în momentul când steaua S trece la meridian, este ascensiunea dreaptă a stelei, exprimată în ore. Pentru a o găsi în grade, înmulțim valoarea aflată cu 15.

În rezumat, *ascensiunea dreaptă a unei stele, S , este dată de ora arătată de pendula siderală, în momentul când steaua S trece la meridian.*

17. 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 care se sprijină pe două picioare solide.

Cercul meridian este o lunetă meridiană la axa căreia este fixat un cerc vertical gradat; cu acest instrument putem afla și înălțimea stelelor observate, și deci și distanțele lor zenitale meridiane.

18. Determinarea declinației. Să considerăm o stea, S , în momentul când trece la meridian (Fig. 15). 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

$$\begin{aligned} ES &= EZ + ZS, \\ D &= h + Z_m, \end{aligned}$$

căci unghiurile PTH' și ZTE sunt egale ca având laturile perpendiculare. Așa s'au calculat declinațiile stelelor.

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

$$\begin{aligned} ES' &= EZ - S'Z, \\ D &= h - Z_m. \end{aligned}$$

În fine pentru steaua S'' , din emisfera australă avem

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

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

$$-D = Z_m - h,$$

sau schimbând semnele, găsim

$$D = h - Z_m.$$

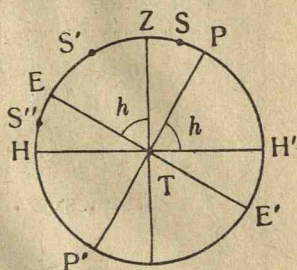


Fig. 15.

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 a stelei, și care se află cu luneta meridiană.

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, sau când steaua este în emisfera australă. Vom putea zice deci, că *declinația unei stele este egală cu suma înălțimii polului și a distanței zenitale a stelei*, cu condiția ca declinația și distanța zenitală să le considerăm ca pozitive, sau negative, după cum am convenit mai sus.

CONSTELAȚII. CATALOGAE DE STELE. FOTOGRAFIA CERULUI

III. 19. Clasificarea stelelor după strălucirea aparentă, sau magnitudine. Strălucirea inegală a stelelor a făcut ca ele să fie clasificate, încă din timpurile cele mai vechi, după gradul lor de strălucire aparentă sau *magnitudine*. 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

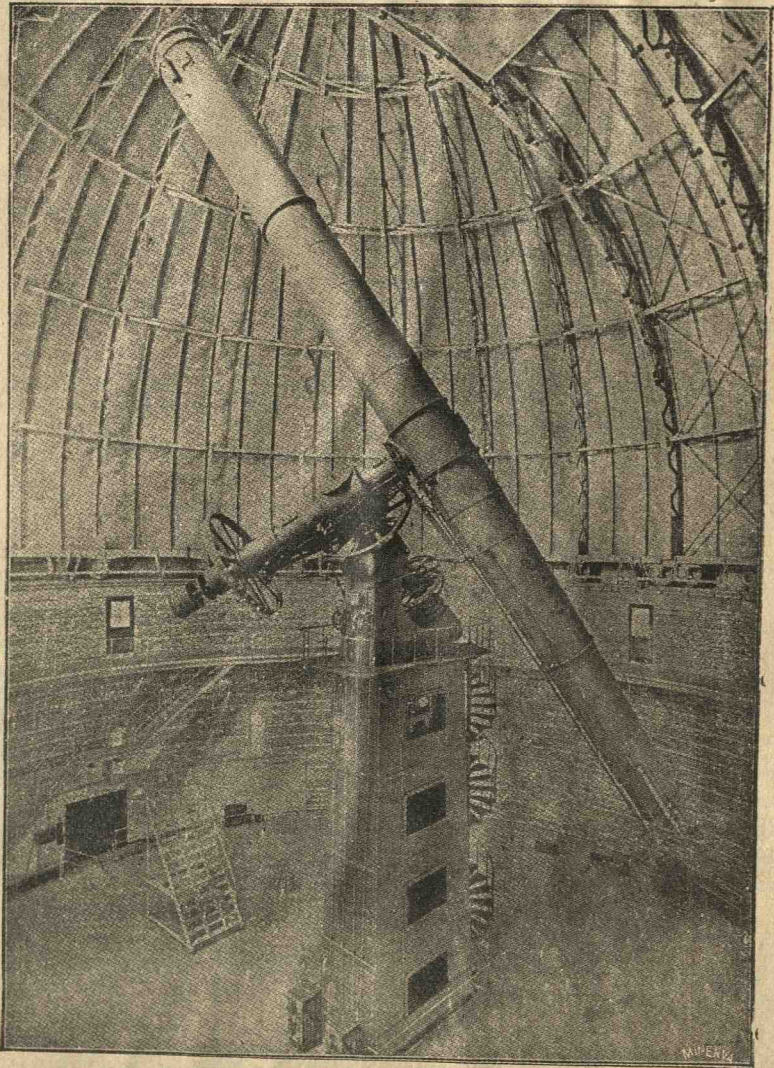


Fig. 16. Marea lunetă a Observatorului Yerkes, Wisconsin (America), cu obiectivul de 101 centimetri și 18,60 m. distanță focală. Instrumentul montat ca ecuatorial, are o înălțime ca a unei case cu 6 etaje și cântărește 75 tone.

lunetelor și perfecționarea lor, care au permis să se vadă stele din ce în ce mai slabe, a făcut să se ajungă până la magnitudinea 19-a, iar fotografiile actuale înregistrează aproape un miliard de stele până la magnitudinea 21 (1). Cu ochii liberi se pot vedea, atât pe cerul boreal cât și pe cel austral, aproape 6000 stele. Sunt 20 stele de magnitudinea întâia cele mai strălucitoare; a doua clasă conține 50 stele mai puțin strălucitoare, apoi vin 150 stele de a treia magnitudine, 500 de a patra, 1500 de a cincea și în fine dela 4000 la 5000 de stele abia vizibile cu ochi liberi, de a șasea magnitudine. Numărul stelelor trece peste două miliarde.

20. Constelații. Observatorii, din timpurile cele mai vechi, ca să deosebească stelele între ele, le-au împărțit în mai multe grupe numite constelații, și le-au dat numiri, de cele mai multe ori fantastice, de eroi, obiecte, animale, etc. Aceste numiri s'au păstrat și azi după cum erau la greci. Vom considera cele mai importante constelații, care se pot vedea la noi (Fig. 17 și harta de la sfârșitul cărții).

Ursa mare, sau *Carul mare* este prima constelație pe care trebuie să o cunoaștem. Ea se compune din șapte stele α , β , γ , δ , ϵ , ζ , η (Fig. 17), care rămân totdeauna deasupra orizontului. Patru din aceste stele, α , β , γ , δ , 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 magnitudinea 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 de o lungime cam de cinci ori cât distanța dintre ele, 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*, constelație de aceeași formă ca și *Ursa mare*, însă mai mică,

(1) Telescopul Observatorului de pe *Muntele Wilson* are oglinda cu diametru 2,50 m. La observatorul de pe *Muntele Palomar* (California) se aranjează telescopul cu diametru oglinzii de 5,02 m.

Cu *telescopul electronic* (în curs de perfecționare) se va putea face ca un obiectiv de 50 cm. să fie tot atât de puternic ca oglinda de 5 m. a telescopului de pe *Muntele Palomar*.

așezată în sens invers și formată din șapte stele, dintre care numai trei sunt strălucitoare.

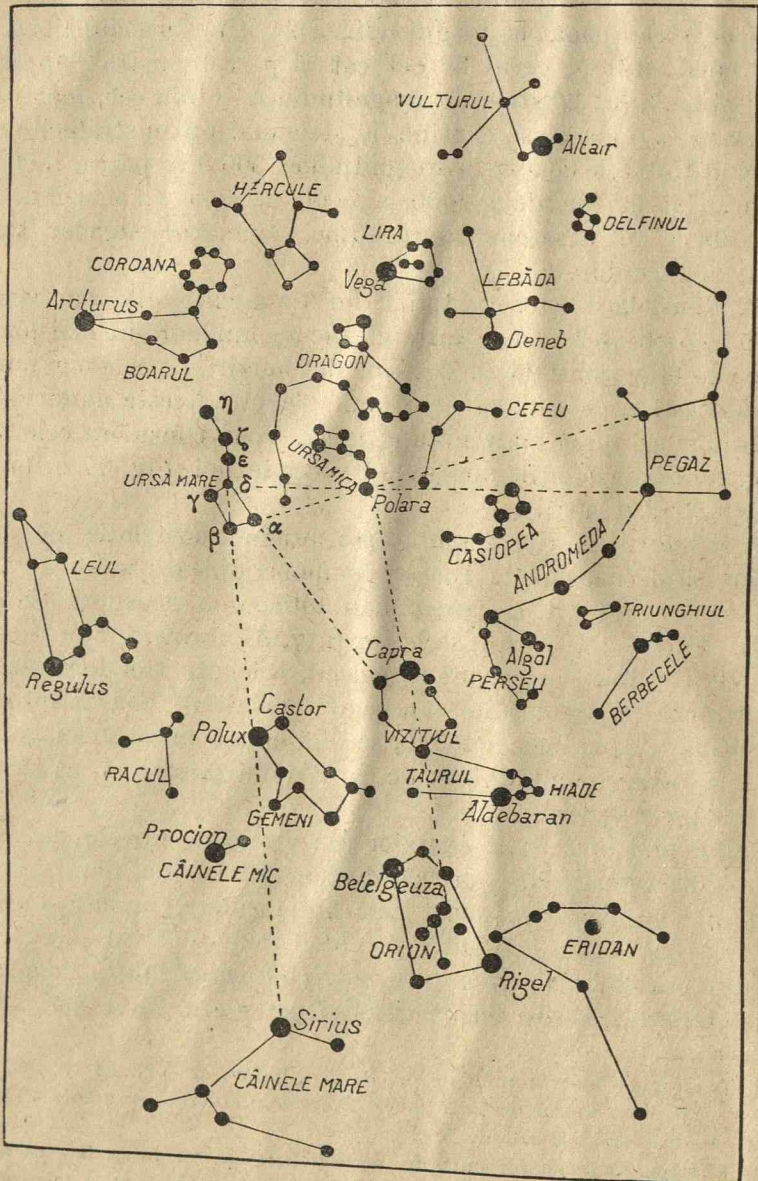


Fig. 17.

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

Dacă prin steaua δ din Ursa mare ducem o linie prin steaua Polară, dăm peste constelația *Casiopea*, care e formată din cinci stele 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 cât lungimea $\delta\eta$ din această constelație, dăm peste constelația *Vizitiul* din care face parte steaua strălucitoare *Capra (Capella)*.

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 care o formează ultimele stele ϵ, ζ, η , ale coadei Ursei mari, dăm peste o stea *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 *Mărgăritul* se numește *Fata mare din horă*.

Afară de *Lira* și *Văcarul*, toate constelațiile descrise se văd tot timpul deasupra orizontului locurilor noastre, și n'au nici răsărit nici apus. Vom descrie câteva din *constelațiile ecuatoriale*, care se văd în apropierea ecuatorului și *constelațiile zodiacale*, care 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 *Pegasului*, un patrulater mare format din stele de magnitudine a doua și a treia. *Pegasul* 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 magnitudine și se numesc *Betelgeuza* (α) și *Rigel* (β). În interiorul trapezului sunt trei stele în linie dreaptă, care formează *Brául* (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

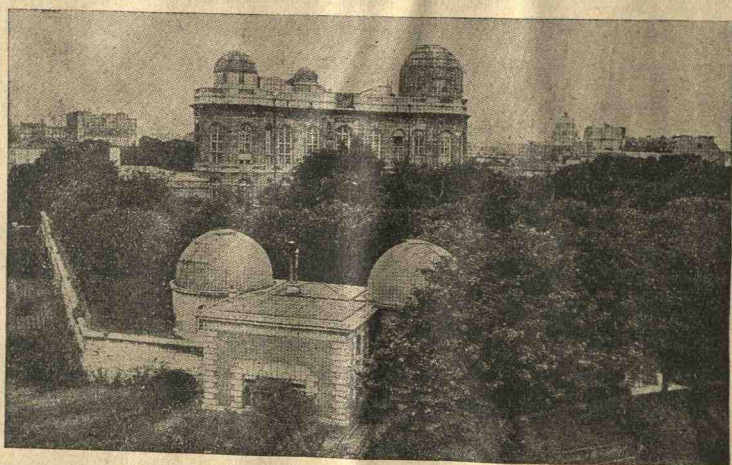


Fig. 18. Observatorul din Paris.

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 *Câinele mare*, cea mai strălucitoare dintre toate stelele.

Diagonala patrulaterului $\delta\beta$ a Ursei mari, care trece prin oiște, 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 *Câinele 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. Intre Gemenii și Sirius se află constelația *Căinele mic* cu steaua sa de prima magnitudine *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 magnitudine *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 magnitudine *Spicul* din constelația *Fecioarei*.

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 constelației Gemeni în raport cu polul. Mergând spre sud est, dăm peste constelația *Vulturul* cu steaua de prima magnitudine *Altair*.

21. Calea Lactee. Galaxia. În nopțile senine, când lumina Lunii 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 instrumente puternice, vedem că este formată din o mulțime de stele, care fiind la depărtări foarte mari, dau aparența unei lumini 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*.

Stelele pe care le vedem constituie *Galaxia* (dela cuvântul grec *gala* care înseamnă lapte), care are forma unei lentile biconvexă, și din care face parte Calea Lactee pe care o vedem noi pe cer. Soarele este una din aceste miliarde de stele și este așezat la două treimi departe de centrul Galaxiei.

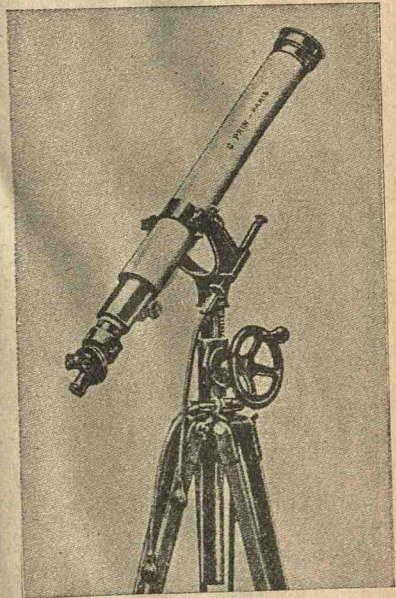


Fig. 19. Lunetă astronomică de amator.

22. Cataloage de stele. Stelele, cum am văzut, parcă 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. Astfel s'a născut ideea de a se face cataloage de stele.

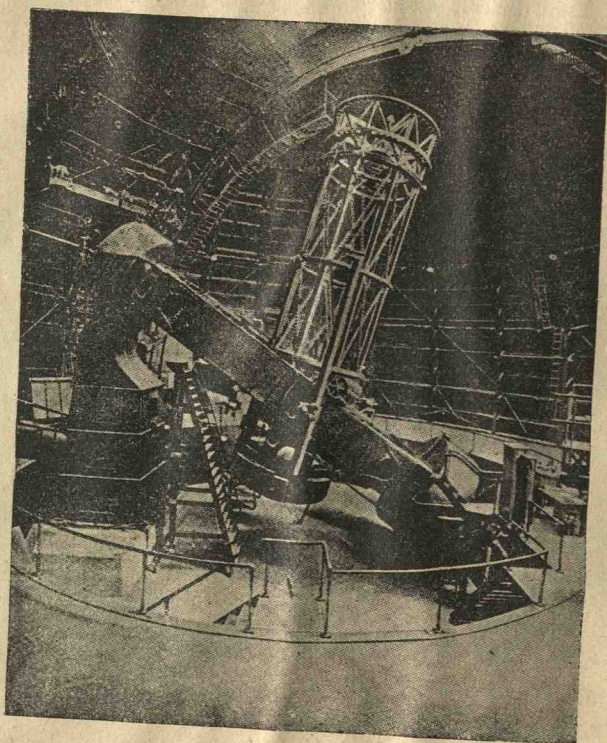


Fig. 20. Observatorul *Muntele Wilson* (California).
Telescop cu diametrul 2,5 metri.

Primul catalog a fost făcut de *Hiparch* (130 a. Cr), care a fost îndemnat la aceasta de apariția unei stele noi, dar care n'a ajuns până la noi. Cel mai vechi catalog pe care îl avem este *Almagestul* lui *Ptolomeu* (137 d. Cr.) care conține 1028 stele. Alte cataloage au fost făcute de *Tycho-Brahe* (1594), *W. Herschel* (1774), *Bradley* (1763), *Lacaille* (1757), *Lalande* (1801) cu aproape 47.000 stele. Epoca marilor cataloage făcute cu observație vizuală se termină în a doua jumătate a secolului al

19-lea, cu marele catalog al lui *Argelander* (cunoscut sub numele *Bonner Durchmusterung*, publicat între 1859 și 1862), dând poziția a 324.000 stele din emisferul boreal. Acesta a fost completat în 1886 cu un catalog de 134.000 stele cu declinație australă

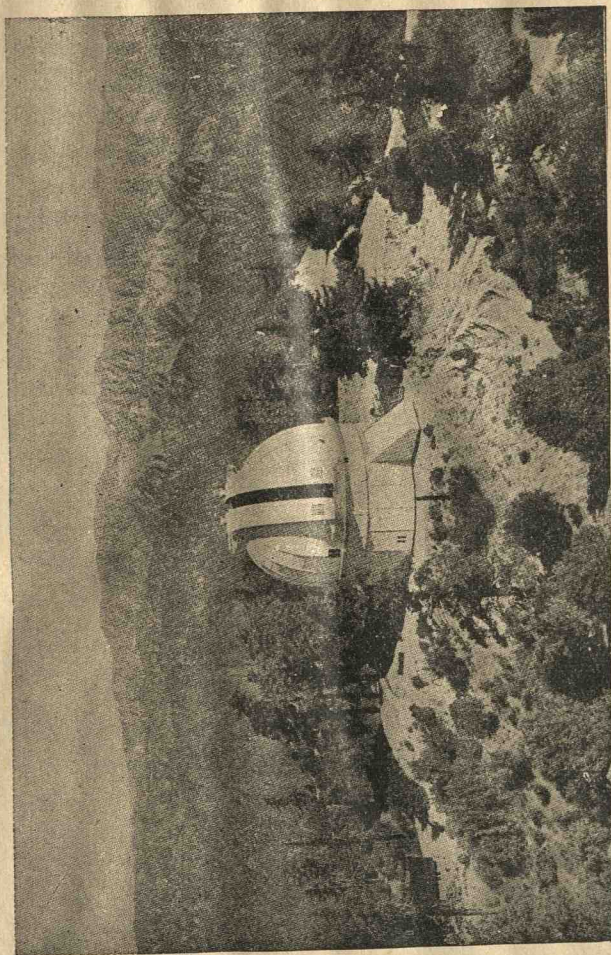


Fig. 21. Marea Cupolă a Observatorului Muntele Wilson Pasadena (California) cu diametrul de 20 metri.

inferioară lui 23° , și apoi dela 1892 la 1914 de *Cordoba Durchmusterung*, cu 570.000 stele de declinație australă superioară lui 22° .

23. Fotografia cerului. În timpul din urmă s'a recurs la fotografie pentru reprezentarea cerului. Ideea a fost dată în 1884 de frații *Henry* dela Observatorul din Paris.

Cu cele mai puternice instrumente se văd stele până la magnitudinea 17. Dar, cu fotografia, care a fost pentru Astronomie unul din principali factori de progres, s'au putut găsi până la magnitudinea 21. Căci, placa fotografică sensibilă joacă rolul de acumulator de lumină, mai ales dacă se fac poze de lungă durată.

Fotografia a înlocuit vederea directă. În adevăr, o poză de câteva minute fixează pe un clișeu mii de stele, ale căror poziții și magnitudini se pot studia liniștit în câteva zile în laborator, mai bine de cât în anii de observații nocturne, pe care le îngreiază și variațiile condițiilor atmosferice.

Astfel, s'a hotărît a se fixa pe fiecare clișeu o imagine a cerului de mărimea unui pătrat cu latura de 1 grad. La această hartă a cerului au lucrat 18 observatoare și ea cuprinde 10 milioane stele. S'a întreprins de asemenea de a se publica în același timp cu *Harta Cerului* și un *Catalog astrografic*, cu pozițiile a trei milioane de stele. Deja Observatorul din *Harvard* a publicat o parte din aceste rezultate.

SISTEMUL SOLAR

PĂMÂNTUL

PĂMÂNTUL ROTUND ȘI IZOLAT ÎN SPAȚIU

IV. 24. Izolarea și probe de rotunzimea Pământului. Ca dovadă că Pământul este izolat în spațiu este fenomenul răsăririi și apunerii stelelor în toate punctele orizontului.

Pământul are o formă aproape sferică. *Probe de rotunzimea Pământului* sunt următoarele : 1) Dacă privim de pe malul mării o corabie care se depărtează, observăm, că, după câtva 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, atunci 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 vederii, care se numește *orizontul aparent*, are forma circulară; dacă privim dintr'un punct mai înalt, suprafața văzută va fi mai mare, însă tot circulară. Pentrucă acest fenomen se observă în orice loc pe Pământ, urmează că suprafața Pământului este sferică, căci numai sfera se poate vedea din toate părțile sub formă circulară.

3) Rotunzimea Pământului se vede și din faptul că aspectul cerului este diferit, în același moment, în două locuri diferite, cum se vede din figura 22. Planul orizontului, care mărginește câmpul de vedere, este diferit în punctele A și B ale Pământului.

tului și, în același moment, stelele 1, 2, 3 vizibile în A, nu se mai văd în B, iar steaua 6 nevăzută în A, este vizibilă în B.

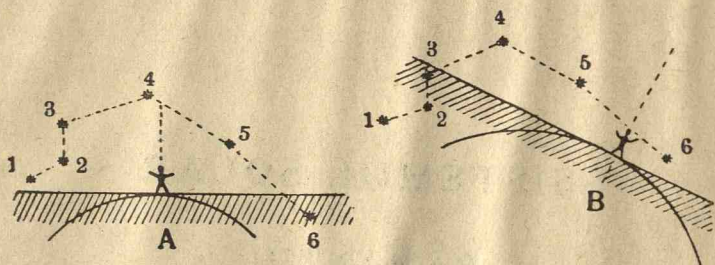


Fig. 22.

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.



Fig. 23. Umbra, pe care Pământul o aruncă pe Lună în timpul eclipselor, are conturul circular.

COORDONATE GEOGRAFICE

25. Longitudine și Latitudine. *Latitudinea* unui loc este unghiul făcut de verticala acelui loc cu planul ecuatorului. Pentru locul A (Fig. 24) latitudinea este unghiul ATa , sau arcul aA cuprins între laturile sale. Deci latitudinea unui loc este distanța în grade pe meridianul locului, dela ecuator până la acel loc.

Longitudinea unui loc este depărtarea în grade pe ecuator dela primul meridian (cel din Greenwich lângă Londra) până la meridianul locului. G fiind Greenwich (Fig. 24), longitudinea locului A are aceeași măsură ca arcul Oa de pe ecuatorul EE' .

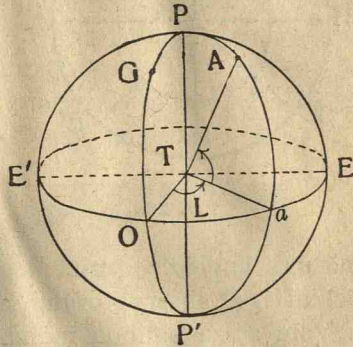


Fig. 24

26. Determinarea latitudinii. Latitudinea locului A (Fig. 25) 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, nedă 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.*

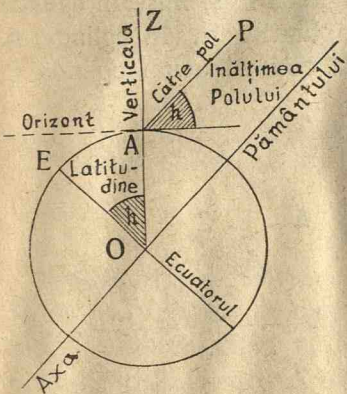


Fig. 25.

A, pentru că au laturile perpendiculare.

Pe uscat latitudinea se determină măsurând (Nr. 11) înălțimea polului deasupra orizontului. 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 *Connais-sance des temps* ⁽¹⁾. Cu ajutorul teodolitului se calculează dis-

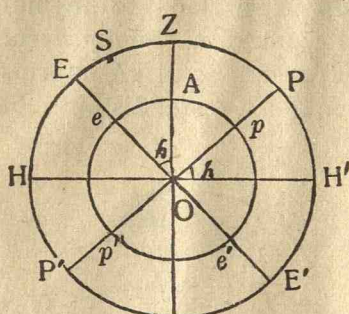


Fig. 26.

tanța zenitală SZ a stelei S când ajunge la meridian. Se vede din figură, că pentru steaua S , avem

$$ZE = ZS + SE, \quad h = Z_m + D.$$

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

27. Sextantul. Pe mare, înălțimea polului se determină cu sextantul. 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 .

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 reflexiile din unghiurile α , în oglinda C , β în oglinda D , vedem și obiectul A . Fixând acum oglinda 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 ,

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

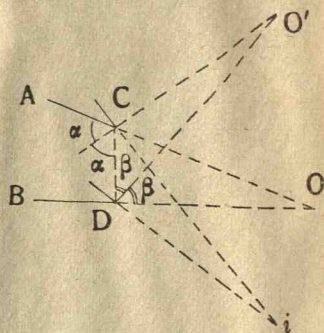


Fig. 27.

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

Inmulțind prima relație cu 2, avem

$$2\alpha = 2\beta + 20',$$

din care scăzând pe a doua, urmează

$$20' = 0,$$

adică unghiul AOB, sau distanța unghiulară a obiectelor A și B, este egal cu îndoitul unghiului O' format de perpendicularele (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.

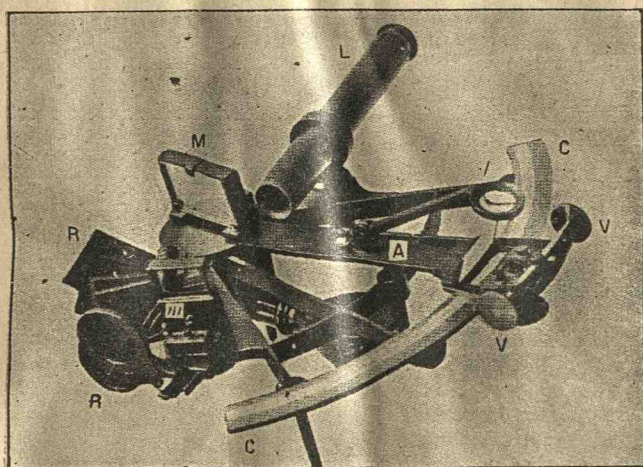


Fig. 28. Sextant.

Sextantul (Fig. 28) este format dintr'un arc gradat (a șasea parte dintr'un cerc, de unde și numele de sextant), la care s'au 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 să se însemneze pe el grade întregi, pentru ca astfel să avem imediat îndoitul unghiului oglinzilor.

Când obiectele A și B sunt Soarele (sau o stea luată din Catalog) și orizontul mării, privim orizontul prin partea superioară a oglinzii fixe și mișcăm atunci oglinda mobilă, până ce ima-

ginea Soarelui este în contact cu aceea a orizontului mării, iar citirea dată de indicatorul sextantului este înălțimea h a Soarelui deasupra orizontului.

V. 39. Determinarea longitudinii. Fie PGP' (Fig. 29) meridianul de origine din Greenwich și PAP' meridianul unui loc A de pe Pământ. Să însemnăm cu EE' ecuatorul și $N\gamma$ cercul orar al punctului vernal γ , 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 învârtește cu 15° , într'un minut cu $15'$ și într'o secundă de timp cu $15''$.

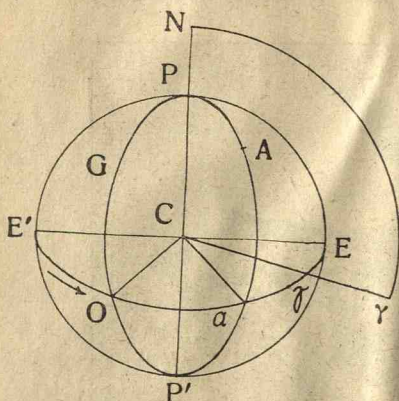


Fig. 29.

Când meridianul locului A , trece în dreptul punctului vernal, 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 meridianului punctului γ ; și anume, ora din

Greenwich este mai mică decât ora din A , cu timpul cât îi trebuie Pământului ca să se învârtască 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 Oca îi trebuie o oră, aceasta înseamnă că arcul Oa , sau unghiul celor două meridiane, adică longitudinea locului A este de 15° . Dacă Pământului i-ar trebui două ore, acest unghi (longitudinea lui A) va fi de 30° , 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 acel ce face meridianul locului A cu cel din Greenwich, adică *longitudinea locului A este dată de diferența orelor meridianului din Greenwich și a celui al locului A* . Cum într'o oră Pământul se învârtițește cu 15° , urmează că *valoarea în grade a lon-*

gitudinii unui loc A se obține înmulțind cu 15° diferența orelor t_1 și t a locului A și meridianului din Greenwich, în același moment. Insemnând cu L longitudinea locului A și cu t_1 și t orele locului A și meridianului de origine G în același moment, avem $L = (t_1 - t) \cdot 15^{\circ}$.

Deci, pentru a afla longitudinea unui loc, trebuie să știm, în același moment, ce oră e în locul considerat și la Greenwich.

Ora din Greenwich o avem luând cronometre care arată ora din acel loc, cum fac marinarii. Se mai poate ști ora și prin telegrafie fără fir.

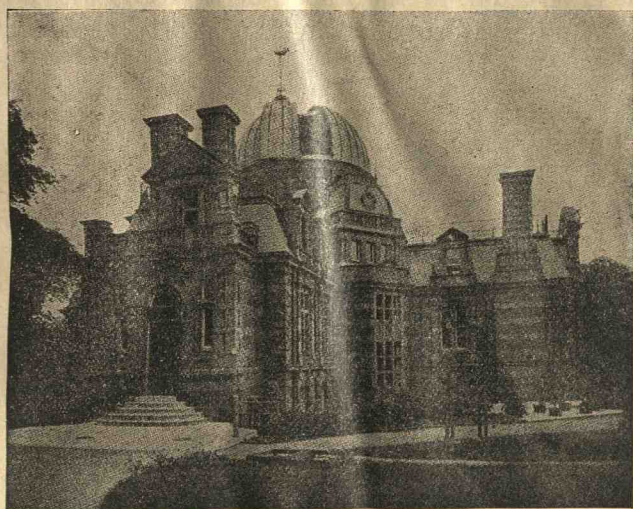


Fig. 30. Observatorul astronomic din Greenwich.

În fine, căutând în *Anuarul Biroului de Longitudini* ⁽¹⁾, sau în *Connaissance des temps*, la ce oră a Greenwich-ului are loc un fenomen astronomic, care în momentul când îl vedem noi în acel loc știm ora locală. Fenomenele care se pot observa, sunt oclauțiile (acoperirea stelelor de Lună).

Longitudinea Bucureștilor este 1 oră 35 m 42 s, sau în grade $23^{\circ}46'3''$.

⁽¹⁾ *Annuaire publié par le Bureau des longitudes de Paris*, lucrare care a apărut pentru prima dată în anul 1796 și a cărei publicație se continuă de atunci, în fiecare an, fără întrerupere.

ROTAȚIA PĂMÂNTULUI

29. Am constatat mișcarea aparentă diurnă, observând cum o stea apare spre răsărit în S (Fig. 31) la orizont, la stânga observatorului, cum se ridică până la o înălțime în S', apoi se coboară și dispăre la apus sub orizont în S'', la dreapta observatorului. 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 (Fig. 31) vede cum steaua

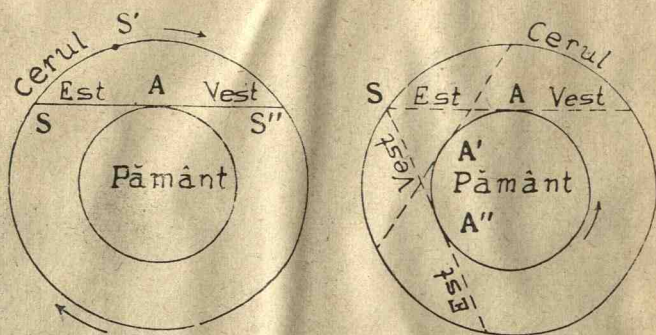


Fig. 31.

Pământul fix și sfera cerească învârtindu-se în jurul lui.

Pământul învârtindu-se în jurul lui și cerul fix.

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. Existența forței centrifuge.** Rotația Pământului în jurul său s'a dovedit prin experiențe, dintre care cele mai însemnate sunt următoarele.

Existența forței centrifuge⁽¹⁾. Greutatea unui corp în locul A (Fig. 32) al Pământului este datorită atracției f_2 îndreptată după AT către centrul Pământului. Dar s'a observat că greutatea aceluiași corp variază dela pol la ecuator unde este cea mai mică.

⁽¹⁾ Descoperită de Huyghens (născut la Haga în 1629). Legea căderii corpurilor a fost găsită de Galileu (1564 — 1642).

De unde rezultă existența altei cauze care face să varieze greutatea, anume *forța centrifugă* f_1 (Fig. 32) perpendiculară pe axa PP' , datorită rotației Pământului în jurul său.

31. Deviația spre răsărit a unei greutăți în cădere liberă. Să ne închipuim un puț (o fântână, o mină) AC . Vârful A al puțului fiind mai depărtat de axa de rotație decât fundul C situat în interiorul Pământului, va avea o viteză orizontală mai mare ca aceea a fundului C . Lăsând să cadă un corp greu în interiorul puțului din vârful său, corpul va porni cu viteza orizontală a vârfului A . În baza principiului inerției, corpul își păstrează această viteză mai mare decât a punctelor peste care cade, care au viteze mai mici. Deci, când va ajunge în fundul C al puțului, va avea o viteză orizontală mai mare decât a acestui loc, și va cădea spre răsărit de piciorul perpendicularei vârfului A .

Această experiență s'a făcut în minele dela Freiberg în 1831, lăsând să cadă o greutate dela o înălțime de 1583 metri, și deviația spre răsărit de 28 milimetri, a probat rotația Pământului în jurul axei sale.

33. 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 același, 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 aceeași dungă pe nisipul ce se așezase pe o anumită întindere, ci dungile se schimbau învârtindu-se dela răsărit la apus (în sens retrograd).

S'a dovedit însă că planul de oscilație al pendulului nu se schimbă, și deci rezultă că *Pământul are o mișcare de rotație în sens direct*.

Din cele expuse mai sus, rezultă că mișcarea sferei cerești

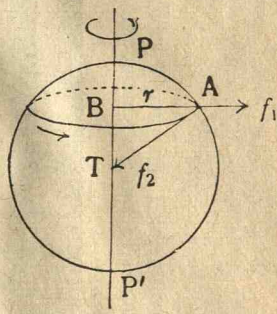


Fig. 32

este aparentă și că Pământul se învâртеște, în mod uniform dela apus la răsărit, în sens direct (invers cu acele unui ceas) în jurul unei axe care îl taie în două puncte numite polul nord

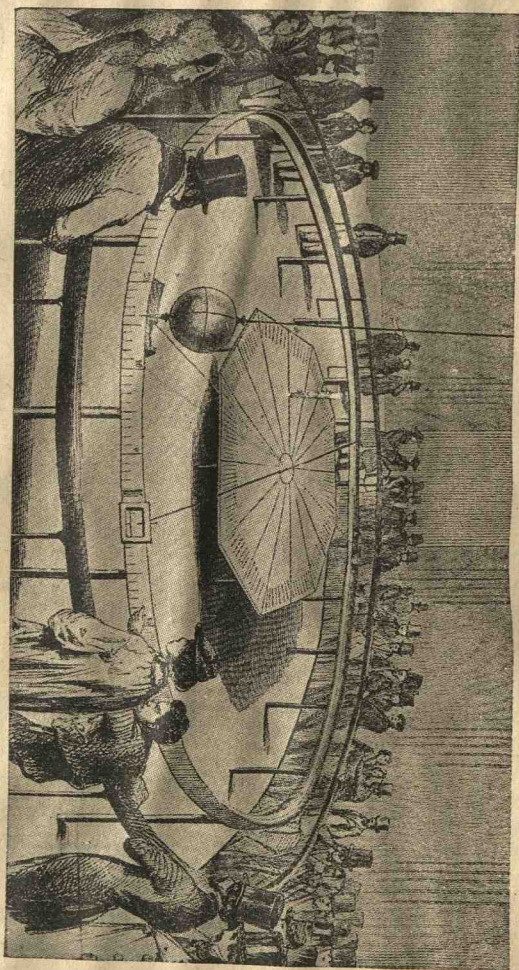


Fig. 33. Experiența pendulului lui Foucault, la Panthéon (Paris), în 1851
(Reproducerea unei gravuri din Illustration din acel an).

și polul sud. Aceasta este axa lumii dela mișcarea diurnă aparentă. Durata rotației este constantă, este ziua siderală, și are 23 ore, 56 minute, 4 secunde timp mijlociu (acela arătat de ceasurile noastre).

DIMENSIUNILE ȘI FORMA PĂMÂNTULUI

VI. 33. Măsura meridianului pământesc. Determinarea razei Pământului. Pentru aflarea razei pământului s'a întrebuințat următoarea metodă. Se află unghiul format de verticalele a două locuri A și B (Fig. 34), așezate pe același meridian. Acest unghi fiind la centru, are aceeași măsură ca arcul AB, deci se va ști lungimea arcului AB în grade. Se măsoară apoi lungimea acestui arc. Insemnând cu n^0 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

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

care dă raza Pământului egală cu 6370 km.

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. 34), unghiul AOE este latitudinea punctului A, unghiul BOE este latitudinea punctului B și vedem că

$$AOB = AOE - BOE,$$

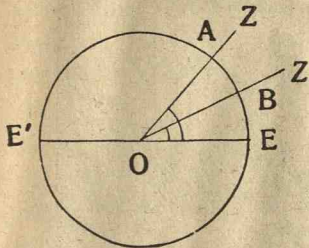


Fig. 34.

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 pământeste 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 același meridian cu *Alexandria*, într'o zi care corespunde cu 22 Iunie, Soarele lumina la amiază fundurile puțurilor, a măsurat distanța zenitală z , a Soarelui din *Alexandria*, când Soarele era la meridian (Fig. 34). 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 lungimii arcului* se face cu metoda *triunghiulației*. Astfel *Picard* (1669) (Astronom francez care a înființat Observatorul astronomic din Paris) a măsurat meridianul între Paris și Amiens.

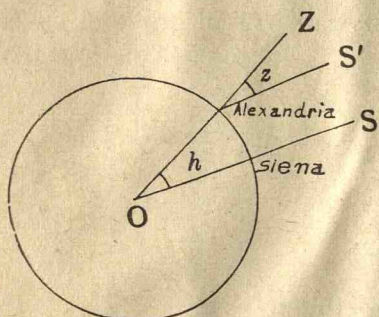


Fig. 35

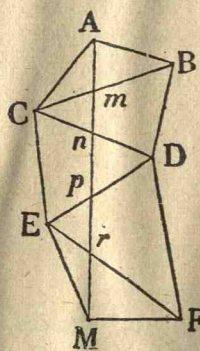


Fig. 36

Să presupunem că vom să măsurăm lungimea meridianului dela A până la un loc oarecare M (Fig. 36). Se aleg mai multe puncte B, C, D, E, F, de o parte și de alta, astfel ca din fiecare din ele să se vadă punctele vecine. Se măsoară o lungime

AB care se numește *baza triunghiulației*. Din fiecare din punctele A, B, C, D, E, F, m , n , p , r , se măsoară unghiurile, iar din triunghiurile formate se determină Am , mn , pr , M și deci lungimea meridianului AM.



Fig. 37. Măsura Pământului de vechii Egipțeni, după o frescă descoperită pe zidurile unui mormânt, la Teba.

34. Metru. O comisie a fost numită în 1790 în Franța pentru a stabili un sistem de unități. 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*.

Astfel, lungimea meridianului fiind de 40.000.000 m., lungimea arcului care corespunde unui grad, este

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

O *Leghe marină* fiind a 20-a parte din lungimea unui grad, are 5556 metri. O *Leghe geografică* fiind a 25-a parte din lungim a unui grad, are 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 partea într'o leghe marină, și prin urmare 1852 metri.

Viteza 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.

35. Turtirea Pământului. Măsurându-se lungimea arcului de un grad la diferite latitudini, 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. 38) cu cât arcul cuprins între două puncte este mai întins (mai puțin curb) cu atât cele două puncte trebuie să fie mai depărtate, pentru ca verticalele lor (perpendiculare pe suprafață) să formeze un unghi de un grad. Din cauza turtirii, verticalele nu se întâlnesc (Fig. 38) în centrul Pământului.

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

Raza mijlocie a Pământului e de 6370 km. Raza la pol este 6356 kilometri, iar raza la ecuator este de 6378 kilometri.

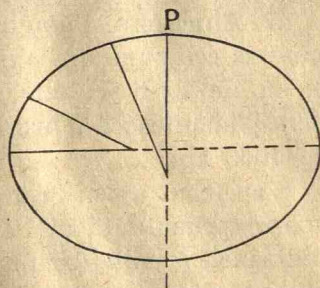


Fig. 38

Turtirea Pământului e foarte mică; valoarea ei este $\frac{1}{298}$, ceea ce înseamnă 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.

36. Temperatura și rigiditatea Pământului. La o mică adâncime dela suprafața Pământului temperatura rămâne constantă în tot cursul anului. Această temperatură variază cu adâncimea. Ea se ridică cu un grad pentru adâncimi variind cu 30 la 80 metri aproape, după natura terenurilor unde au fost făcute.

Lava dela doi vulcani vecini fiind de natură diferită, urmează ca în interiorul Pământului temperatura nu este continuu așa de mare ca să se topească materia, care în acest caz ar fi uniformă. Trebuie să fie în regiunile centrale ale Pământului o presiune considerabilă, care schimbă temperatura de topire. Se crede că interiorul Pământului este format dintr'un nucleu metalic solid cu raza de 5130 km. și din cauza presiunii se comportă ca oțelul. Nucleul este înconjurat de o pătură de silicați (sgură) groasă de 1300 km, a cărei parte inferioară (silicați de magneziu) are regiuni fluide, iar cea exterioară (silicații de aluminiu) este solidă, și formează scoarța pământescă; trecerea dintre aceste două părți o face bazaltul (care conține aluminiu, magneziu, fier).

ATMOSFERA PĂMÂNTEASCĂ

37. Atmosfera. Pământul este înconjurat de un strat de aer, care se compune din oxigen, azot, gaz carbonic, vapori de apă, heliu, hidrogen și altele. Aerul se rărește cu altitudinea și atmosfera pământescă n'are limită determinată; ea se întinde până la 1000 km.

S'au făcut ascensiuni cu balonul în atmosferă până la 19.000 metri (prima dată în 1931 de Profesorul Piccard din Bruxelles). Baloanele sondă (umplute cu hidrogen, prevăzută cu termometru, altimetru, vas de luat aer) s'au ridicat mai mult și unul a ajuns la 37 km. înălțime.

Aceste experiențe au arătat două pături distincte în atmosferă; prima se întinde până la 11 km și se zice *troposfera*; aceea care o înconjoară se numește *stratosfera*. Troposfera conține tot gazul carbonic și vaporii de apă din atmosferă. Din cauza condensării vaporilor de apă, temperatura troposferii este variabilă și este agitată de vânturi orizontale până la 4 km înălțime, iar dela 4 km la 11 km înălțime sunt vânturi verticale.

Dar o masă de aer, ridicându-se, se dilată, deci se răcește. Astfel că la nivelul mării temperatura descrește în mijlociu cu 1° la o creștere a înălțimii cu 180 m.

Apoi până la 4 km. scăderea este de 5° la kilometru. Deasupra, scăderea este mai repede și la limita troposferii temperatura atinge -56° .

În stratosferă nu mai sunt mișcări verticale, temperatura este aproape aceeași, -56° . Păturile, ca și cum ar fi stratificate, alunecă unele peste altele, fără să se amestece, de unde și numele de stratosferă.

Partea înaltă a atmosferei face să apară *crepusculul* de seară și zorile de dimineață; apoi apariția *meteorilor*, *aurorilor polare*. Tot atmosfera face să apară *cerul albastru*. În adevăr, lumina în vid se propagă fără pierdere de energie. Dacă întâlnește materie, se difuzează, oricare ar fi dimensiunea obstacolului. Astfel, moleculele de aer (care sunt 3×10^{19} într'un centimetru cub) difuzează lumina solară; și cum difuzia este mai pronunțată asupra lungimilor de unde mai scurte, bleu este mai difuzat ca roșu și așa se explică culoarea albastră a cerului.

Atmosfera noastră imprimă în spectrul Soarelui raze și bande zise *telurice*. Ele provin din oxigen, din gazul carbonic și din vaporii de apă. Tot atmosfera absoarbe anumite radiații, care îngreunează studiul luminii stelelor; multe dintre ele emit maximum de energie în ultraviolet, pe care aerul o suprimă. Această absorbție devine folositoare pentru viața pe Pământ; căci o pătură subțire de ozon din înalta atmosferă, la 40, 50 km. a Pământului, oprește razele ultraviolete emise de Soare, care dacă ar ajunge la Pământ, ar distruge viața.

38. Zorile și crepusculul. Să considerăm (Fig. 39) un loc A al cărui orizont este HH'. Soarele înainte de a răsări, luminează

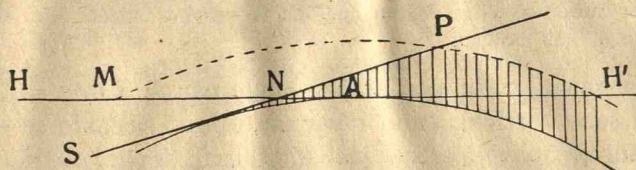


Fig. 39.

o parte din atmosfera deasupra orizontului acestui loc și anume partea MNP. Această lumină de culoare roșiatică se zice *zorile* de dimineață.

Seara, după apusul Soarelui, fenomenul se produce din nou, în sens invers, adică lumina nu dispăre odată cu apusul Soarelui, ci mai continuă, slăbind cu încetul. Acesta este *crepusculul* de seară.

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

39. Refracția astronomică. *Putem considera atmosfera formată din straturi de densități din ce în ce mai mici.*

Dacă o rază de lumină, venind dela o stea S (Fig. 40) cade oblic pe suprafața straturilor atmosferei, ea suferă deviații 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 steaua în direcția OS' , prelungirea în sens opus a razei cO primită la ochiu, în loc s'o vază în direcția Os .

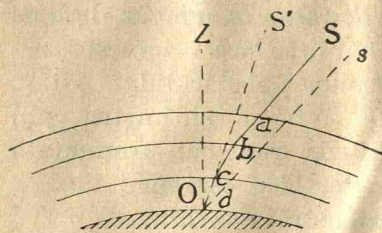


Fig. 61.

Astfel, efectul refracției este de a ne face să vedem stelele mai sus decât în poziția lor adevărată, și deci înălțimea lor h se mărește cu unghiul sOS' , care se numește *refracție astronomică*.

Acest unghi de deviație este cu atât mai mare cu cât steaua e mai depărtată de zenit. Când ea este chiar la zenit, refracția este nulă, căci razele ce vin dela stea străbat straturile atmosferei căzând normal pe fiecare și deci nu suferă deviații. Din cauza refracției, vedem apărând la orizont stelele care se găsesc aproape cu $36'$ sub 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.

SOARELE

MIȘCAREA APARENTĂ ANUALĂ A SOARELUI. ECLIPTICA.

VII. 40. Mișcarea aparentă anuală a Soarelui. 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 *Peștii*, 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.

Să presupunem că am determinat în fiecare zi, când Soarele trece la meridian, ascensiunea dreaptă și declinația centrului său.

Se observă că ascensiunea dreaptă crește mereu și prin urmare pare că Soarele se mișcă pe sfera cerească dela apus spre răsărit, ceea ce face că dacă într'o zi Soarele trece la meridianul locului în același moment cu o stea, a doua zi va ajunge mai întâi steaua și apoi Soarele. Aceasta explică pentru ce *ziua siderală e mai scurtă decât ziua solară cu aproape 4 minute de timp*.

Intr'o zi creșterea ascensiunii drepte a Soarelui e mai mică decât de un grad, și nu e constantă. De aceea Soarele face ocolul complet în 365 zile și aproape un sfert.

De asemenea declinația crește și ea până la $23^{\circ} 27'$, apoi descrește, devine negativă, ajunge până la $-23^{\circ} 27'$ și începe iarăși să crească.

41. Ecliptica. Echinoecții și solstiții. An tropic. Anotimpuri. Să luăm un glob care să reprezinte sfera cerească, și pe care să fie trase ecuatorul EE' (Fig. 41) și punctul vernal γ de origine a ascensiunilor drepte.

Să însemnăm printr'un punct poziția Soarelui determinată prin ajutorul ascensiunii drepte și a declinației lui, în fiecare zi, și vom avea (Fig. 41) mai multe puncte S, S', S'' , care unite, se obține un cerc mare $\gamma\sigma\Omega\sigma'$, așezat într'un plan înclinat pe ecuator cu $23^\circ 27'$ și care se numește *ecliptică*. Ea arată drumul aparent pe care-l urmează Soarele în mișcarea lui pe sfera cerească. De fapt Pământul se mișcă în jurul Soarelui în planul eclipticei.

Ecliptica taie ecuatorul în două puncte γ și Ω numite *echinocții*. Punctul γ (gama), unde Soarele trece din emisfera australă în cea boreală, se numește *echinocțiul de primăvară* (21 Martie), sau *punct vernal*; cel opus se numește *echinocțiul de toamnă* (23 Septembrie).

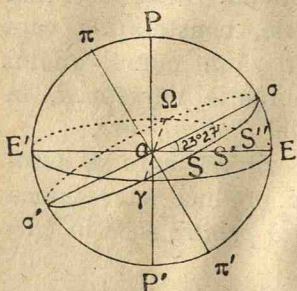


Fig. 41.

Punctul σ unde Soarele ajunge să aibă declinația cea mai mare, de $23^\circ 27'$, se numește *solstițiul de vară* (22 Iunie), iar punctul opus σ' se zice *solstițiul 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 eclipticii, se numește *axa eclipticii* și punctele π, π' *polii eclipticii*.

Cercurile paralele cu ecuatorul, care trec prin polii eclipticii, se zic *cercuri polare*.

Se numește *an tropic* timpul cât îi trebuie Soarelui ca plecând dela echinocțiul de primăvară γ (punctul vernal) să ajungă din nou în același 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 σ' (solstițiul de iarnă) și iarna cât Soarele merge dela σ' la γ .

42. Determinarea planului eclipticii pe sfera cerească se face, dacă se cunoaște poziția punctului vernal γ pe ecuator și înclinarea planului eclipticii pe ecuator. Pentru punctul

γ s'a calculat ascensiunea dreaptă a sa (Fig. 42), $O\gamma=5$ ore 42 m 12 s în raport cu steaua R Rigel. Inmulțind cu 15 o aflăm în grade, astfel că arcul $O\gamma$ depe ecuator este cunoscut, și deci și poziția punctului γ .

Linia $\gamma T\Omega$ (Fig. 42) fiind cunoscută, planul eclipticei este determinat, dacă se știe înclinarea sa, care este latitudinea Soarelui la solstițiul de vară. S'a găsit că această înclinare, numită *oblicitatea eclipticei*, este de $23^{\circ}27'$.

43. **Punctul vernal luat ca origine a ascensiunilor drepte.** Ascensiunile drepte ale unei stele S și a punctului γ în raport cu steaua Rigel fiind 23 ore 55 m. 17 s și 5 ore 42 m 12 s, atunci ascensiunea dreaptă a stelei S în raport cu punctul γ este diferența dintre aceste două ascensiuni ale stelei și punctului γ în raport cu steaua Rigel.

44. **Punctul vernal luat ca origine a timpului sideral.** Momentul când punctul vernal trece la meridianul locului se află astfel: așezăm pendula siderală la zero ore când steaua Rigel trece la meridian, și când va arăta 5 ore 42 m 12 s, înseamnă 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 în raport cu punctul vernal.

45. **Precesia echinoctiilor.** Am văzut că anul tropic este timpul dintre două treceri ale Soarelui la punctul vernal. S'a observat (de Hiparch, 130 în. Cr.) că punctul γ se mișcă în sens retrograd pe ecliptică cu $50''$ pe an, astfel încât dacă Soarele a întâlnit ecuatorul în punctul γ , a doua întâlnire cu ecuatorul va avea loc în punctul γ' , care iese înaintea lui γ , căci punctul γ' cel nou, precede cu $50''$ echinoctiul considerat. Fenomenul acesta se numește *precesia echinoctiilor*. Punctul vernal face ocolul

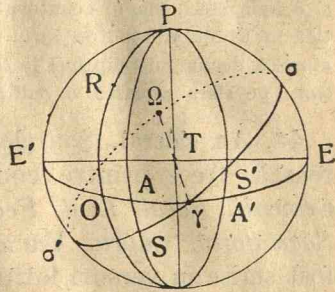


Fig. 42.

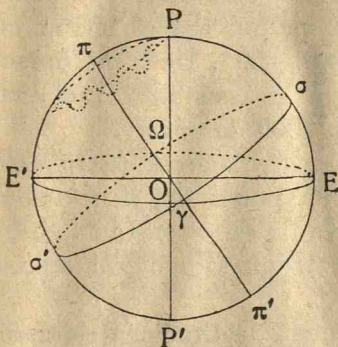


Fig. 43.

eclipticei (adică revine la aceeași poziție) în 26.000 ani. Deci planul ecuatorului alunecă dealungul eclipticei, în sens retrograd, în 26.000 de ani. De asemenea, axa polilor PP' (Fig. 43)

variază și va fi în direcția altor stele, care vor deveni pe rând stele polare. Cauza precesiei echinocțiilor este atracția Lunei și Soarelui asupra Pământului.

Acțiunea Lunei mai produce *Nutația* axei pământești, care este o mișcare de apropiere și de depărtare a acestei axe de planul eclipticei, în timp de 18 ani și 8 luni. Deci, planul ecuatorului are o mișcare de oscilație către și dela ecliptică în 18 ani și 8 luni în jurul unei poziții mijlocii, iar această poziție mijlocie alunecă dealungul eclipticei în 26.000 ani. Polul P (Fig. 43) va descrie în acest timp pe sfera cerească o curbă.

46. An sideral. Soarele, în mișcarea lui aparentă pe sfera cerească, trece printre constelațiile zodiacale *Berbecul, Taurul, Gemenii, Racul, Leul, Fecioara, Cumpăna (balanța), Scorpionul, Săgetătorul, Capra, Vărsătorul și Peștii*. Aceste constelații au fost scrise în versuri latine de Ausoniu (din Burdigala, azi Bordeaux) în modul următor:

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

Semnele pe care le au constelațiile zodiacale din vechime au fost desenate de Egipteni pe templele lor. Echinocțiul de primăvară era pe atunci în constelația Balanța. Dar din cauza precesiei, punctul vernal a ajuns în constelația Peștii.

Tot din această cauză durata anului tropic nu este timpul în care Soarele descrie 360° pe ecliptică, deoarece Soarele pornind din γ , revine la noul γ mai înainte, căci acest nou punct vernal îi iese înaintea Soarelui cu $50''$ pe an, așa că într'un an tropic Soarele descrie pe ecliptică $360^\circ - 50''$. De altfel durata anului tropic poate fi considerată ca și constantă, căci anul tropic abia variază cu 10 secunde în 2000 de ani.

Se numește *an sideral* timpul în care Soarele descrie 360° pe ecliptică; astfel că plecând dela un punct fix, să revină la același punct al sferei cerești. Valoarea lui este constantă și se calculează adăugând la durata anului tropic timpul cât descrie pe ecliptică $50''$.

47. Coordonate ecliptice. Longitudinea și latitudinea cerească. Să ducem axa ecuatorului (Fig. 44) TP, axa eclipticei T π și un cerc mare print'un punct A depe sferă și prin polul P al ecuatorului; luând ca origine a ascensiunilor drepte punctul γ , γ^D 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 se cunosc arcele 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 ecliptice*, prin care putem determina poziția punctelor de pe sfera cerească și care sunt întrebuințate în unele cazuri mai cu folos decât ascensiunea dreaptă și delineația unei stele. Sunt formule care dau valorile unor coordonate cu ajutorul celorlalte.

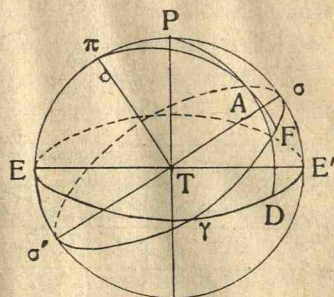


Fig. 44

INEGALITATEA ZILELOR ȘI NOPTILOR.

VIII. 48. **Inegalitatea zilelor și nopților** se explică observând că declinația Soarelui variază între $-23^{\circ}27'$, când este la solstițiul de iarnă, și $23^{\circ} 27'$, când este la solstițiul de vară. În acest timp de un an, din cauza mișcării diurne, Soarele descrie (în mod aparent, de fapt Pământul se învâртеște în jurul axei sale a polilor) în fiecare zi un paralel diurn și timpul cât Soarele este deasupra orizontului se numește zi, iar timpul cât Soarele este dedesubtul orizontului, se numește noapte. Insemnând (Fig. 46) cu $\varepsilon\varepsilon'$ intersecția eclipticei cu meridianul, cu SS' paralelul diurn al Soarelui și cu HH' orizontul locului, răsăritul Soarelui este în r și apusul Soarelui în a . Zi este intervalul de timp cât Soarele descrie porțiunea rSa din paralelul diurn, iar noapte, timpul cât descrie porțiunea $aS'r$. Pentru mai multă ușurință vom reprezenta paralelele diurne prin liniile drepte (Fig. 46) εt , SS' , EE' , mm' , $q\varepsilon'$, care sunt intersecțiile acestor paralele cu meridianul locului; de asemenea, vom reprezenta orizontul (Fig. 46) prin linia dreaptă HH' , intersecția lui cu meridianul locului. Astfel că lungimile $d\varepsilon$, cS , TE , nm , bq vor reprezenta duratele zilelor, iar td , $S'c$, $E'T$, $m'n$, $\varepsilon'b$ vor reprezenta duratele nopților.

Se observă că numai la echinocții, segmentul TE (Fig. 46) care reprezintă ziua, este egal cu TE' care reprezintă noaptea.

La solstițiul de vară, segmentul *de* care reprezintă ziua (Fig. 46) este cel mai mare; iar la solstițiul de iarnă, segmentul *be'*

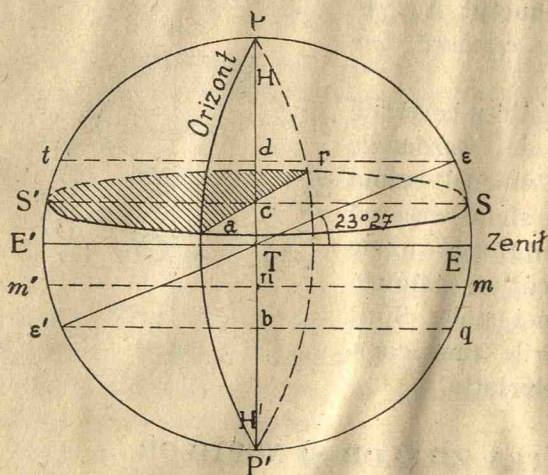


Fig. 45.

ator dela ecuator (Fig. 45) zenitul este TE, orizontul HH' se confundă cu PP'. Paralelele diurne descrise de Soare sunt tăiate toate în două părți egale de orizont, căci toate aceste cercuri au centrele pe axa PP'. Prin urmare, în tot timpul anului zilele sunt egale cu nopțile pentru un observator dela ecuator. Pentru aceste locuri razele solare cad aproape perpendicular pe suprafața Pământului, și deci căldura este cea mai mare.

II. Să considerăm un observator așezat în emisfera boreală, la o latitudine mai mică decât $66^{\circ}33'$ (complementul unghiului 23°

de înclinare al planului eclipticei pe ecuator) cum ar fi în România (Fig. 46). Orizontul HH' nu mai taie în două părți

(Fig. 46) care reprezintă noaptea, este cel mai mare. De aci urmează inegalitatea zilelor și nopților, care sunt egale numai la echinoții (de unde și numele de echinoții), 21 Martie și 22 Septembrie; la solstițiul de vară (22 Iunie) ziua este cea mai mare, iar la solstițiul de iarnă (23 Decembrie) noaptea este cea mai mare.

I. Pentru un observator

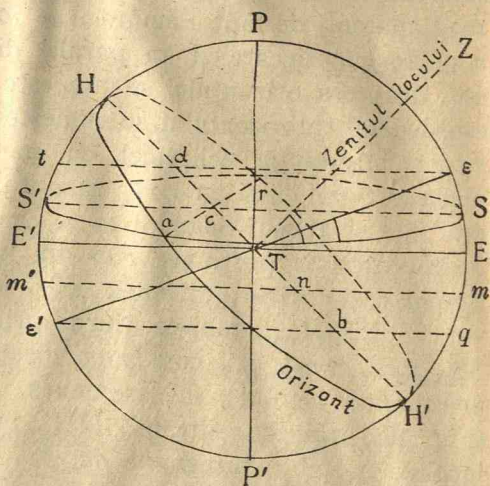


Fig. 46.

egale paralelele diurne; zilele nu mai sunt egale cu nopțile în cursul anului. La echinocțiul de primăvară paralelul diurn este EE' și este tăiat în două părți egale de orizontul HH' , căci ambele cercuri au centrul în T . Deci în acest timp ziua este egală cu noaptea. După echinocțiul de primăvară, declinația Soarelui crește. Soarele descrie alt paralel diurn, SS' . Ziua, reprezentată prin Sc , crește, iar noaptea reprezentată prin $S'c$ scade, până când Soarele ajunge la solstițiul de vară în ε ; atunci ziua, εd , este cea mai mare și noaptea, td , cea mai mică. După această dată, Soarele descrie aceleași paralele diurne descrise până acum, și deci nopțile, $S'c$, încep să crească, iar zilele, cS , să scadă, până la echinocțiul de toamnă; în acest moment paralelul diurn este EE' , ziua TE este egală cu noaptea TE' . Apoi, paralelul diurn fiind mm' , ziua nm scade, iar noaptea $m'n$ crește, până la solstițiul de iarnă, în ε' , când paralelul diurn este $\varepsilon'q$; în acest moment ziua bq este cea mai mică, iar noaptea, $\varepsilon'b$, cea mai mare. Prin urmare, pentru un loc de latitudine mai mică decât $66^\circ 33'$, zilele nu sunt egale cu nopțile, și numai la echinocții zilele sunt egale cu nopțile. Pentru aceste locuri razele solare cad oblic pe Pământ și numai la solstițiul de vară razele cad aproape perpendicular și deci căldura este mai mare.

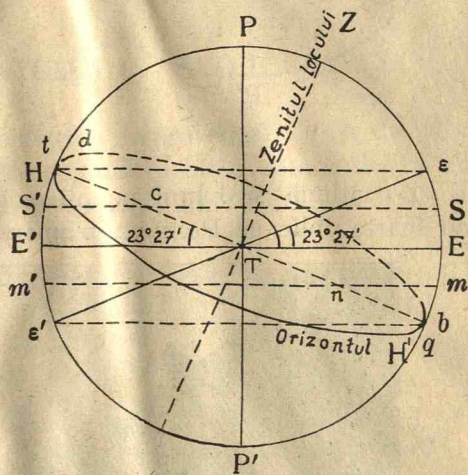


Fig. 47.

III. Când un observator este la latitudinea $66^\circ 33'$ (nordică) (Fig. 47), cum ar fi în orașul Hamarfest în Suedia, orizontul fiind perpendicular pe verticală (zenit), linia HH' face cu EE' unghiul $HTE' = 180 - 66^\circ 33' - 90^\circ = 23^\circ 27'$. Deci arcele $E\varepsilon$ și $E'H$ sunt egale, iar linia εH e paralelă cu EE' . Prin urmare, paralelul diurn εH al Soarelui la solstițiul de vară taie numai într'un singur punct H orizontul; deci nu mai avem noaptea în acest timp, ci numai

zi continuă de 24 ore. De asemenea, la solstițiul de iarnă, avem noapte continuă 24 ore și zi nu mai este. În mod analog se vede

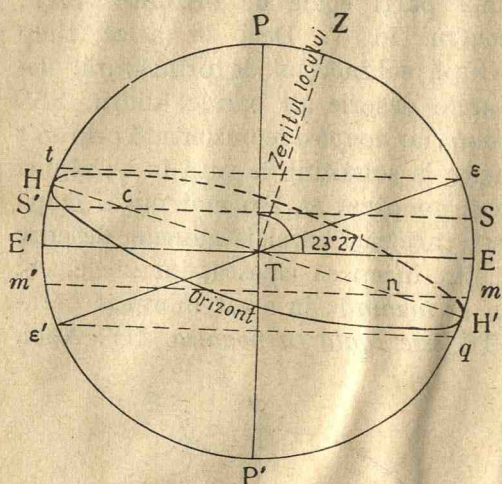


Fig. 48.

că și pentru această localitate în cursul unui an, zilele nu sunt egale cu nopțile, iar la echinocții, zilele sunt egale cu nopțile.

IV. Pentru un observator aproape de polul nord (Fig. 48), sunt paralele diurne care nu mai taie orizontul, adică avem zi continuă de mai multe zile, și de asemenea, aproape de solstițiul de iarnă, noapte continuă. Dacă am fi chiar la polul nord, vom avea 6

luni zi continuă și 6 luni noapte continuă. Razele solare căzând foarte oblic pe Pământ, temperatura este foarte scăzută.

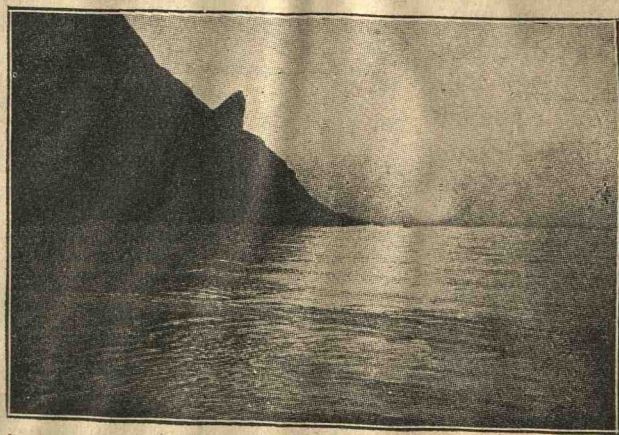


Fig. 49. Capul Nord. Soarele în miezul nopții.

Observare. De oarece numai când Soarele ajunge la ecuator în punctele γ , Ω , zilele sunt egale cu nopțile, pentru orice loc de pe Pământ, aceste puncte se numesc *echinocții*.

49. **Clima anotimpurilor** 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, deci produc mai puțină căldură. Mai mult, ziua fiind mai scurtă, cantitatea de căldură primită zilnic de Pământ va fi mai mică iarna decât vara. Deși Pământul este mai aproape de Soare iarna decât 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.

MIȘCAREA PĂMÂNTULUI ÎN JURUL SOARELUI

IX. 50. Introducere geometrică despre elipsă. Vom da câteva noțiuni asupra elipsei, căci drumul (orbita) descris de Pământ în jurul Soarelui este o curbă numită elipsă.

Elipsa e o curbă închisă, ale cărei puncte au proprietatea că *suma distanțelor la două puncte fixe, numite focare, este aceeași pentru toate punctele curbei*. F și F' (Fig. 50) fiind focarele și M, M', M'' punctele elipsei, avem

$$MF + MF' = M'F + M'F' = M''F + M''F' = a = \text{const.}$$

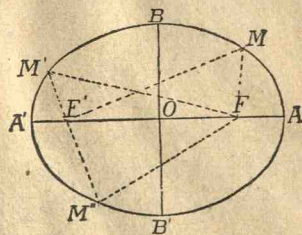


Fig. 50.

Dreapta $AA' = 2a$, 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 axei mari a elipsei*; punctul O , mijlocul distanței celor două focare, este *centrul elipsei*; perpendiculara $BB' = 2b$ pe axa mare, trecând prin centru, se numește *axa mică*. Dreapta FM , care unește un focar F cu un punct M al curbei, se numește *rază vectoare*. Suma distanțelor unui punct al curbei la cele două focare este egală cu axa mare.

51. Probe de mișcarea Pământului în jurul Soarelui. Paralaxa anuală. Aberația stelelor. Fie că Soarele se învârtăște în jurul Pământului, fie că Pământul se învârtăște în jurul Soarelui,

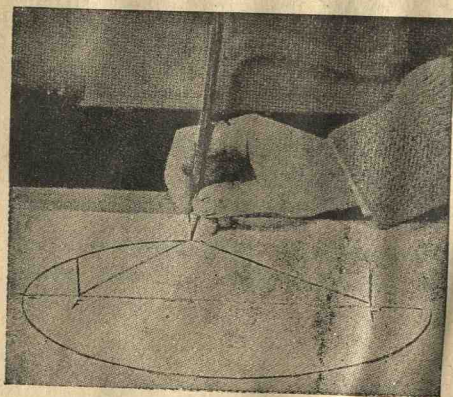


Fig. 51. Tragerea elipsei cu un creion, cu ajutorul unui fir întins.

în același sens, aparențele sunt același. În adevăr, dacă Soarele s'ar mișca în jurul Pământului T fix dela S_1 la S_2 (Fig. 52), el va fi văzut de observatorul fix T în dreptul aceluiași constelații, ca și în cazul când Soarele ar fi fix în S (Fig. 53) și observatorul s'ar mișca din T_1 în T_2 .

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

1. *Paralaxa anuală.* Observatorul din T_1 (Fig. 54) privind o stea E , o vede proiectată pe sfera cerească în E_1 ; observatorul mișcându-se în jurul Soarelui S , după șase luni ajunge în T_2 ,

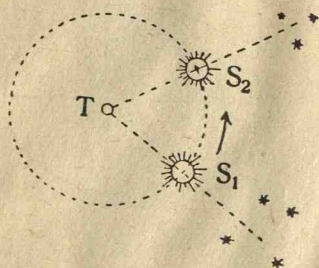


Fig. 52.

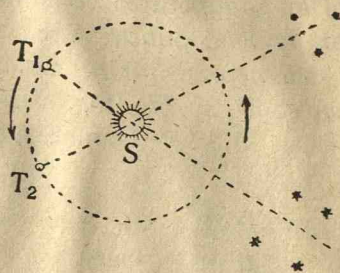


Fig. 53.

de unde privind aceeași 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 același sens ca acela al mișcării Pământului în jurul Soarelui. S'a dovedit că stelele descriu în mod aparent mici elipse, pe sfera cerească, fapt care nu poate să aibă loc decât în cazul când Pământul se învârtăște în jurul Soarelui.

Stelele sunt așa de mult depărtate, încât pentru ce mai apropiată stea unghiul de paralaxă este mai mic decât o secundă de arc.

2. O altă probă este fenomenul *aberației* (1), care face să vedem stelele într'o direcție aparentă DA (Fig. 55) deosebită de cea adevărată BA cu un unghi de $20''$ același pentru toate stelele. Aceasta este o nouă probă a mișcării Pământului în jurul Soarelui, care nu se poate explica decât combinând viteza Pământului în jurul Soarelui cu viteza luminii. 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.

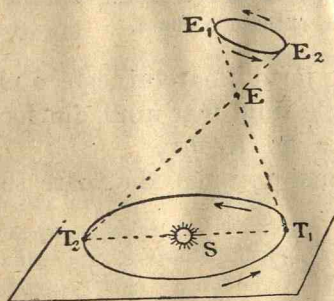


Fig. 54.

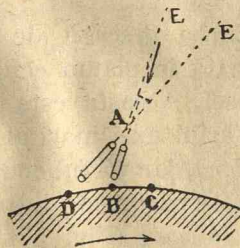


Fig. 55.

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.

52. Forma orbitei descrisă de Pământ în jurul Soarelui. Intâia lege a lui Kepler. Dacă măsurăm diametrul aparent al soarelui (Fig. 56), adică unghiul ATB sub care se vede Soarele, se observă că variază și că este cel mai mare pe la 1 Ianuarie (de $32'36''$) și cel mai mic pe la 1 Iulie (de $31'32''$). Se știe însă că noi vedem un corp cu atât mai mic, cu cât este mai departe. Deci Pământul nu rămâne tot timpul la aceeași depărtare de Soare, ci este mai aproape iarna și mai departe vara; astfel că drumul descris de Pământ în jurul Soarelui nu este un cerc.

(1) Descoperit de Bradley (1729).

Să măsurăm diametrele aparente Δ , Δ' , Δ'' ale Soarelui în mai multe zile consecutive și să însemnăm cu d , d' , d'' , depărtările Pământului de Soare în acele zile. Cum diametrul aparent al Soarelui variază în raport invers cu depărtarea d , urmează

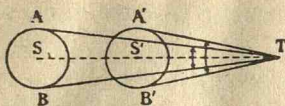


Fig. 56.

de unde

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

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

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

Măsurând longitudinea cerească a 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 elipsă.

Curba descrisă de Pământ în jurul Soarelui este o elipsă, așezată în planul eclipticei, Soarele fiind într'unul din focarele elipsei. Aceasta este întâia lege a lui Kepler.

Vârful axei mari al elipsei cel mai apropiat de Soare se zice *perigeu*, iar vârful opus cel mai depărtat de Soare se zice *apogeu* (Fig. 57).

Intersecția $\gamma\Omega$ (Fig. 57) a planului eclipticei cu al ecuatorului este *linia echinoctiilor* (Nr. 41). Dreapta din planul eclipticei, dusă prin centrul Soarelui, perpendiculară pe linia echinoctiilor, este linia *solstițiilor* $\sigma\sigma'$.

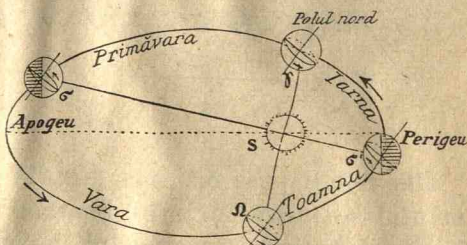


Fig. 57.

Din cauza preciziei echinoctiilor, linia solstițiilor face ca axa mare a orbitei un unghi de aproape 11° . Când Pământul este în σ' (Fig. 57) este solstițiul de iarnă (23 Decembrie); în γ este la echinoctiul de primăvară (21 Martie), în σ la solstițiul de vară (22 Iunie), în Ω la echinoctiul de toamnă (23 Septembrie).

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. Depărtarea mijlocie Pământului de Soare este de 23400 ori mai mare ca raza pământescă, 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.

Intr'o zi sunt $24 \times 60 \times 60 = 86400$ secunde; apoi anul tropic având 365,24 zile, timpul în care Pământul se învârteste în jurul Soarelui este $86.400 \times 365,24$ secunde. Viteza Pământului în această mișcare se obține împărțind spațiul cu timpul, și este

$$\frac{2\pi \times 150.000.000}{86.400 \times 365,24} = 30 \text{ km. aproape.}$$

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

53. Legea ariilor. A doua lege a lui Kepler. Mișcarea Pământului în jurul Soarelui nu este uniformă și anume se constată că Pământul se mișcă mai repede iarna când este mai aproape de Soare, decât vara când este mai departe.

Fie (Fig. 58) T_1 și T_3 pozițiile Pământului la două epoci ale anului și $d = T_1S$, $d' = T_3S$ depărtările lui de Soare.

Unghiurile $T_1ST_2 = a$, $T_3ST_4 = a'$, descrise de razele vectoare într'o zi sunt vitezele unghiulare ale Pământului la aceste două epoci. S'a văzut însă că Pământul n'are mișcare uniformă în jurul Soarelui, deci vitezele unghiulare nu sunt aceleași; și anume variază în raport invers cu pătratele depărtărilor de Soare, adică

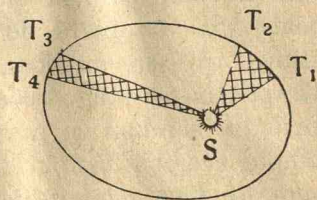


Fig. 58.

$$\frac{a}{a'} = \frac{d'^2}{d^2}, \quad (1) \quad ad^2 = a'd'^2.$$

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

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

Inmulțind în (1) cu $\frac{\pi}{360}$, avem

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

Observând (2), rezultă

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

adică suprafețele descrise în timpuri egale sunt egale.

Legea ariilor la care este supusă mișcarea Pământului, analogă și pentru planete, este următoarea : *Suprafețele (ariile) descrise în timpuri egale de raza vectora e care unește Soarele cu Pământul sunt egale.* Aceasta este a doua lege a lui Kepler.

TIMPUL ȘI MĂSURA LUI.

X. 81. Zi solară adevărată. Am numit *zi siderală*, timpul care trece de când o stea pleacă dela meridian până ajunge la meridian. Acest timp am văzut că e constant.

Zi solară adevărată, este timpul dintre două treceri consecutive ale Soarelui la meridian ; acest timp este ceva mai lung decât ziua siderală, cu aproape 4 minute, însă nu e constant din două cauze. Întâi, pentru că Soarele *nu are o mișcare uniformă pe ecliptică* și al doilea, *fiindcă ecliptica e înclinată pe ecuator.*

55. Zi solară mijlocie. Timp mijlociu. Pentru a fixa o unitate de timp care să fie constantă și în același timp cât se poate mai apropiată de ziua solară adevărată, s'a imaginat atunci un *Soare mijlociu*, care să se miște uniform pe ecuator. Timpul între două treceri consecutive ale acestui soare mijlociu la meridian se numește *zi solară mijlocie*, și rămâne tot timpul aceeași. Timpul măsurat după mersul acestui Soare se numește *timp solar mijlociu*. Diferența dintre orele arătate de două pendule, una după mersul soarelui mijlociu și alta după mersul celui adevărat, se numește ecuația timpului și este cel mult 17 minute.

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

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

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 ia ca oră legală aceea a meridianului central al fusului unde

se găsește, iar indicația minutelor și secundelor rămân aceleași pentru tot Pământul.

Europa se întinde pe trei fuse. În fusul întâi se ia ca oră legală aceea din Greenwich; aceasta e ora Europei occidentale. Astfel sunt Anglia, Irlanda, Franța, Belgia, Olanda, Luxemburg, Spania și Portugalia.

Ora Europei centrale din fusul al doilea, e mai mare cu o oră decât cea a primului fus. Elveția, Italia, Germania, Danemarca, Norvegia, Suedia, Iugoslavia și Ungaria, au ora legală a Europei centrale. Ora Europei orientale, în fusul al treilea, este cu două ore mai mare ca aceea a Europei occidentale. România, Polonia, Bulgaria, Grecia, Turcia din Asia și Egiptul au ora Europei orientale.

Când trecem din România în Italia, ora legală a acestei țări o găsim înapoi cu o oră, pentru că Italia ține de Europa centrală, pe când noi ținem de Europa orientală și orele acestor două regiuni diferă cu o unitate. Ora în New-York este cu 7 ore mai mică de cât cea din România, iar în Japonia este cu 7 ore mai înaintată.

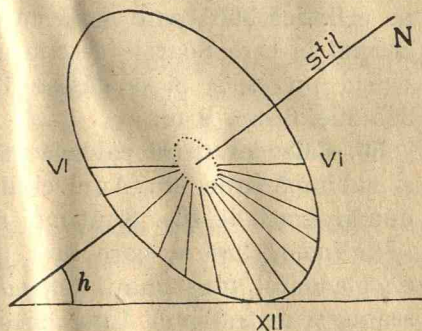


Fig. 59. Principiul cadranului ecuatorial.

În toate locurile de pe Pământ, în același moment, ceasurile 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 transmite ușor ora exactă (1).

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. 59) 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

(1) Mai mult, s'a instalat în 1933, la Observatorul din Paris, un orologiu vorbitor, care dă publicului ora exactă.

egal cu înălțimea h a polului deasupra orizontului. Când Soarele trece la meridian, umbra tijei 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 cu 15° , 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, verii, umbra se va proiecta pe suprafața superioară; toamna și iarna se citește ora pe fața inferioară.

57. 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 de același solstițiu.

Durata anului tropic, în zile mijlocii, e de 365,24 zile, sau 365 zile 5 ore, 48 m.

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

58. Calendar. Prin calendar se aranjează durata anului civil și subîmpărțirile lui. Anul civil trebuie să fie format dintr'un număr exact de zile. Sunt mai multe feluri de calendare ⁽¹⁾.

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*. *Calendare solare* bazate numai pe durata anului tropic.

Calendarul iulian. *Iuliu Cezar*, din îndemnul astronomului grec *Sosigene* (45 a. Cr.), care credea că durata anului tropic este egală cu 365 zile, 25, decise ca din patru ani consecutivi, trei să fie de 365 zile și al patrulea de 366 zile, când se zicea bisextil. Ziua se adăuga în luna Februarie, care avea 28 sau 29 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 bisextili.

Diferența dintre anul civil Iulian și anul tropic este aproape 3 zile în timp de 400 ani.

⁽¹⁾ La Chinezi (2000 de ani în. Cr.) a fost o instituție pentru stabilirea calendarului.

59. Serbarea Paștelor. In Sinodul dela Nicea la 325, s'a hotărât ca *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.

60. Calendarul Gregorian. Valoarea de 365,25 zile, atribuită anului civil, am văzut că este mai mare decât anul tropic și diferența se ridică la aproape trei zile în timp de 400 ani.

Papa *Gregorie al XIII-a*, pe timpul căruia echinocțiul astronomic cădea cu 10 zile înainte de 21 Martie, adică la 11 Martie, 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

Pentru a nu se mai greși, s'a dispus ca trei ani seculari consecutivi, ai căror sute nu se împart cu 4 să fie socotiți ca ani obișnuți, iar al patrulea an secular al cărui sută se împarte exact cu 4 să fie bisextil (de 366 zile). Astfel 1600 a fost bisextil, iar anii 1700, 1800, 1900 au fost ani obișnuți.

PARALAXA SOARELUI. DEPĂRTAREA ȘI MĂRIMEA SOARELUI

XI. 61. Paralaxa Soarelui. Să considerăm locul A (Fig. 60) la suprafața Pământului, unde verticala locului este TZ și fie S Soarele. Unghiul $AST=p$, sub care se vede din Soarele S raza TA a Pământului se zice *paralaxa* Soarelui. Observatorul din A măsoară distanța zenitală $ZAS=z$ la suprafața Pământului, pe când în tabelele astronomice acestea se calculează pentru centrul T al Pământului, unde corespunde distanța zenitală $ZTS=z_1$. Observând că în triunghiul ATS, unghiul $ZAS=z$ este exterior, vedem că avem

$$z=z_1+p, \quad z_1=z-p,$$

astfel că este o corecție p ce trebuie făcută distanței zenitale observate z , pentru a avea pe z_1 din Tabele.

Insemnând cu $r=AT$ raza Pământului, cu $d=TS$ depărtarea Soarelui de Pământ, din triunghiul ATS , avem

$$\frac{AT}{\sin AST} = \frac{TS}{\sin TAS}$$

Inlocuind $AT=r$, $TS=d$, $AST=p$, $\sin TAS = \sin ZAS = \sin z$ (căci unghiurile TAS și ZAS fiind suplimentare au sinusurile egale), relația de mai sus devine

$$\frac{r}{\sin p} = \frac{d}{\sin z}, \quad (1) \quad \sin p = \frac{r}{d} \sin z.$$

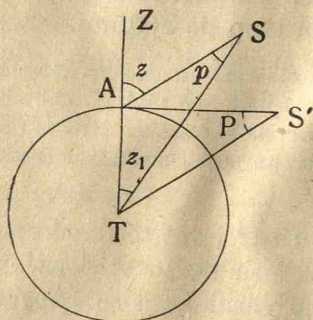


Fig. 60.

de unde

$$\sin p = \frac{r}{d}.$$

Unghiul $P=8'',8$ fiind foarte mic, se poate înlocui sinusul cu unghiul și relația (2) devine

$$\frac{r}{d} = P.$$

Inlocuind în (1) pe $\frac{r}{d}$, avem

$$(3) \quad \sin p = P \sin z,$$

care este relația dintre paralaxa orizontală P și paralaxa de înălțime p a Soarelui, corespunzătoare distanței zenitale z .

62. Depărtarea Soarelui. Presupunem Soarele la orizont în S' (Fig. 60). Depărtarea sa $TS'=d$ se calculează din triunghiul dreptunghic TAS' , în care avem

$$AT=TS' \sin A'ST, \quad r=d \sin P, \quad d=\frac{r}{\sin P},$$

unde se înlocuește paralaxa orizontală $P=8'',8$. Acest unghi fiind foarte mic, se poate înlocui sinusul cu unghiul, și avem

$$(4) \quad d = \frac{r}{P}$$

În această formulă toate numerele reprezintă lungimi, numai unghiul P este dat în secunde de arc. Dar, se poate considera unghiul că este la centru în cercul cu raza R căruia îi corespunde arcul AB ; și atunci unghiul are aceeași măsură ca arcul AB , care se reprezintă în unități de lungime. Luând ca unitate de măsură a unghiului, radianul (unghiul la centru corespunzător arcului egal cu raza, aproape 57°), atunci $\frac{\text{arc } AB}{R}$ este măsura unghiului în radiani. Dar la unghiul de 360° corespunde arcul egal cu lungimea $2\pi R$ a cercului. Deci unghiul

$$360^\circ = 360 \times 60 \times 60 = 1296000'' \quad \text{valorează} \quad \frac{2\pi R}{R} = 2\pi \text{ radiani}$$

$1''$	''	$\frac{2\pi}{1296000}$	''
P''	''	$\frac{2\pi P}{1296000}$	''

Inlocuind în (4) P cu valoarea găsită în radiani, și $\pi=3,14$, avem

$$d = \frac{r}{2\pi P} = \frac{1296000}{6,28} \frac{1}{P} r = \frac{206265}{P} r,$$

$$(5) \quad d = \frac{206265}{P} r,$$

care dă depărtarea d a Soarelui, când se cunoaște paralaxa sa orizontală P exprimată în secunde.

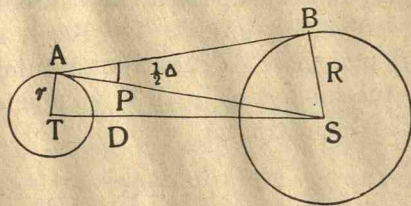


Fig. 61

Inlocuind $P=8'',8$, s'a găsit că depărtarea este $23439 r$. Raza r a Pământului fiind 6370 km, s'a aflat că depărtarea Soarelui de Pământ este $150.000.000$ km.

63. Mărimea Soarelui. Fie S (Fig. 61) Soarele la orizont, adică AS tangentă la cercul T care reprezintă Pământul. Să ducem din punctul A, poziția observatorului o tangentă AB (raza vizuală) la cercul S care reprezintă Soarele și fie R raza Soarelui.

Observatorul din A măsoară în lunetă unghiul Δ sub care se vede diametrul discului solar (diametrul aparent). Unghiul $BAS = \frac{1}{2} \Delta$ este semidiametrul aparent, iar $AST = P$ este paralaxa orizontală a Soarelui. Din triunghiurile BAS, SAT, (Fig. 61) deducem

$$R = SA \sin \frac{1}{2} \Delta, \quad r = ST \sin P,$$

r fiind raza Pământului. Dar, din cauza marelui depărtări a Soarelui, putem lua $AS = TS = d$ distanța Soarelui de Pământ și deci

$$R = d \sin \frac{1}{2} \Delta, \quad r = d \sin P,$$

de unde prin împărțire

$$\frac{R}{r} = \frac{\sin \frac{1}{2} \Delta}{\sin P}, \quad (6) \quad R = \frac{\sin \frac{1}{2} \Delta}{\sin P} r,$$

sau, din cauză că unghiurile Δ și P sunt mici, avem $R = \frac{\frac{1}{2} \Delta}{P} r$.

Această relație dă raza R a Soarelui în funcție de raza r a Pământului.

Diametrul aparent Δ al Soarelui este $32' 2''$, și înlocuind $P = 8'',8$, se găsește $R = 109 r$, adică raza Soarelui este de 109 ori mai mare ca raza Pământului.

Însemnând cu v și V volumele Pământului și Soarelui, știm din Geometrie că

$$(7) \quad \frac{V}{v} = \frac{\frac{4}{3} \pi R^3}{\frac{4}{3} \pi r^3} = \frac{R^3}{r^3}, \quad \frac{V}{v} = \frac{(109 r)^3}{r^3} = (109)^3,$$

relație care dă volumul Soarelui și este de 1.295.000 ori mai mare decât volumul Pământului.

CONSTITUȚIA SOARELUI

XII. 64. Structura generală. Soarele ne apare ca un disc strălucitor, de culoare galbenă. Privit cu luneta, se vede că partea centrală este mai strălucitoare și mai albastru decât marginea discului care pare mai închisă și mai roșiatică.

Soarele este format dintr'un nucleu central, înconjurat concentric de patru învelișuri, care începând dela centru sunt *fotosfera*, *învelișul absorbant*, *cromosfera* și *co-roana*. Dar nu este o separare distinctă între aceste învelișuri.

65. Fotosfera este suprafața luminoasă care înconjură nucleul și este singurul înveliș care se vede cu ochii liberi. Fotosfera are raza de 700.000 km.

Fotosfera observată cu instrumente puternice, prezintă un aspect granulos. Aceste granulații, în stare incandescentă, sunt foarte strălucitoare, în continuă mișcare, și au diametrul uneori mai mare ca o mie de kilometri. Ele se strâng și formează părți foarte luminoase, numite *facule*, care apar ca nori luminoși. Observând o fotografie a Soarelui, se văd puncte negre, care corespund la părți mai puțin luminoase din fotosferă, și care se zic *pete* (*). Ele au formă aproape rotundă, cu neregularități pe margine, iar diametrul lor este mai mare ca al Pământului. Petele sunt cu temperatura aproape 4000°, iar fotosfera aproape 7000°.



Fig. 62. Suprafața Soarelui. Fotosfera, granulații, pete. Fotografie Janssen, Observatorul din Meudon (Paris).

(* Petele solare au fost observate întâia oară de Galileu la Pisa în 1611.

66. Rotația Soarelui. Se observă pe discul solar că faculele sunt în toate regiunile, pe când petele ocupă două zone, mergând dela 5° la 30° la nord și la sud de ecuatorul discului.

Petele se deplasează dela o margine la alta a discului solar, în timp de aproape 14 zile, care probează că Soarele are o miș-

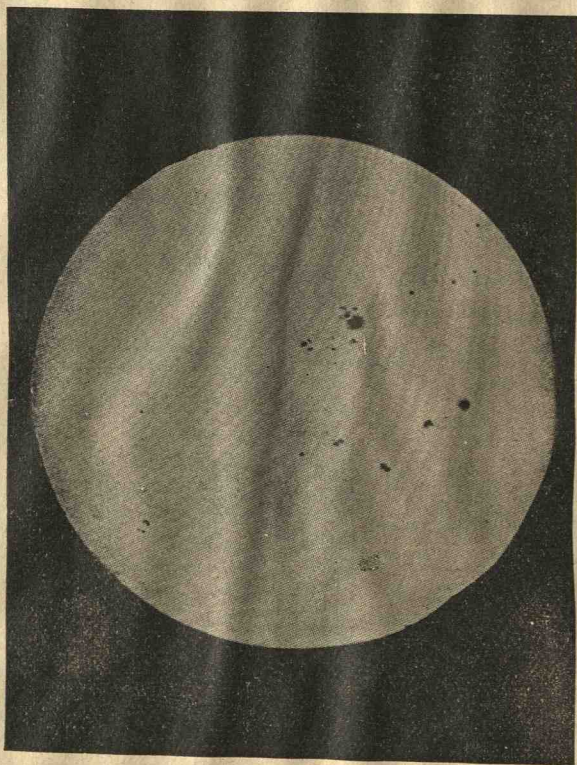


Fig. 63. Fotografia Soarelui la Observatorul din Juvisy
(24 Sept. 1917).

care de rotație în sens direct. Petele au o durată scurtă, căci dispar după două sau trei rotații în jurul axei Soarelui.

Dar Soarele nu se învârtește cu o mișcare egală în toate părțile sale ca un corp solid. Durata de rotație se mărește dela ecuatorul său la poli, variind dela 25 la 35 de zile. De altfel, toate învelișurile Soarelui iau parte la mișcarea de rotație, cu viteze diferite, după poziția lor.

67. Periodicitatea petelor. Numărul petelor variază dela un an la altul. Apariția lor prezintă o perioadă de 11 ani aproape ⁽¹⁾.

Sunt ani de minimum, în care petele sunt foarte puține, cum au fost 1912, 1923, 1934. Apoi timp de aproape 4 ani numărul lor se mărește, rămâne constant în timpul unui an de maximum, apoi descrește în timp de aproape 6 ani. Și pozițiile lor sunt în legătură cu aceasta perioadă. Ele apar mai departe de ecuatorul d'scului după timpul când numărul lor este cel mai mic și apoi se apropie, și ciclul începe din nou.

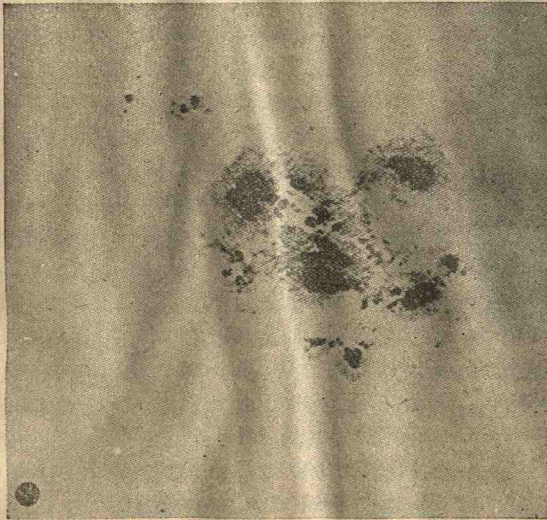


Fig. 64. Grupe de pete solare, 8 August 1917 (Observatorul Muntele Wilson). Jos la stânga Pământul comparat cu petele.

68. Analiza spectrală. Invelișul absorbant al fotosferii. Constituția Soarelui s'a studiat cu analiza spectrală.

Lumina ⁽²⁾ este singurul mijloc cu ajutorul căruia s'au putut

⁽¹⁾ S'a observat că activitatea petelor este mai pronunțată la 23 ani.

⁽²⁾ Se știe că culoarea indică lungimea de undă a radiației luminoase. Ochiul nostru este sensibil numai pentru unde cuprinse între cele care dau culorile violet, indigo, bleu, verde, galben, portocaliu, roșu. Dincolo de violet, sunt unde mai scurte, ultraviolete, care au o acțiune foarte puternică asupra plăcilor fotografice. Mai scurte sunt razele X, razele γ de Radium și razele cosmice. De partea undelor lungi, dincolo de roșu, sunt razele calorifice sau infraroșii, apoi și mai lungi sunt undele de T.F.F. (telegrafie fără fir).

afla cunoștințele noastre despre stele și Univers. Studiul spectrului stelelor, fotografiat cu *spectrograful*, a dat rezultate neprevăzute (1).

Spectrul Soarelui este un spectru luminos brăzdat cu raze negre. De aci rezultă că suprafața Soarelui, adică fotosfera este formată din gaze incandescente sub o mare presiune, producând fondul luminos al spectrului; razele negre probează că fotosfera este înconjurată de o pătură gazoasă mai puțin caldă, sub o presiune mai mică, numită *învelișul absorbant al fotosferii*, cu o grosime aproape de 700 km.

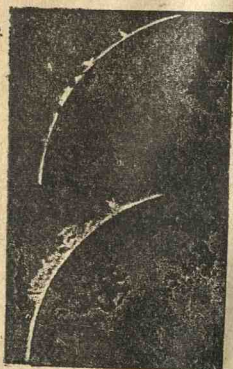


Fig. 65. Apariția învelișului absorbant, momentul formării spectrului fulger; apariția cromosferei și protuberanțelor.

Identificarea acestor raze negre din spectrul solar (care sunt aproape 22.000) a permis determinarea structurii Soarelui. S'a arătat că toate corpurile pământești se află și în Soare. Un element, heliu (dela helios soare), văzut în Soare în 1868, abia după 30 de ani a fost descoperit în Pământ. Către 1917 s'a găsit heliu în mare cantitate în gazele naturale care ies din pământ în anumite locuri din Statele Unite și acum acest gaz servește ca să umple dirijabile.

Elementul dominant este fierul, acompaniat de metalele din aceeași familie, nichel, crom, etc. Calciu foarte abundent constituie a doua grupă cu magneziu, siliciu, aluminiu, sodiu, etc. Oxigenul și carbonul par rare din motive spectroscopice. Hidrogenul și heliu sunt mai abundente (1).

Învelișul absorbant poate fi văzut direct, o secundă sau cel

(1) Pentru acelaș gaz, se pot obține trei spectre distincte, de flacără, de arc, de scântee. Aceasta provine din starea atomilor gazului în cele trei condiții. Un atom fiind format dintr'un nucleu (încărcat pozitiv), în jurul căruia circulă *electroni* (încărcați negativ) pe orbite diferite, fiind supu: la o excitare mai mare, de ex., la temperatura scânteei, atomul pierde un electron, atomul se zice *ionizat*, și astfel dă un spectru de scântee. Dacă perde un al doilea electron, atomul se zice *ionizat de două ori*, și va avea alt spectru. Excitări și mai mari vor putea face să dispară toți electronii, și atomul astfel degradat nu mai radiază.

(2) În anumite regiuni ale spectrului solar sunt raze negre, numite *telurice*; datorite vaporilor de apă, gazului carbonic (în infraroșu), oxigen (în roșu), ozon (în ultraviolet), care se găsesc în atmosfera pământească,

mult două, la începutul sau sfârșitul eclipsei totale de Soare, când Luna fiind între Pământ și Soare, acoperă complet discul solar, care nu se mai vede.

Spectrul său este un spectru de raze strălucitoare divers colorate, ocupând exact pozițiile razelor negre din spectrul fotosferii. Acest spectru se zice *spectru fulger*, căci se vede cel mult două secunde.

Toate punctele fotosferii dau același spectru, afară de părțile întunecate ale petelor, care au o temperatură mai mică (4000°), și care dau în spectru bande ce se descompun în raze.

69. Cromosfera. Indată ce eclipsa de Soare este totală, adică imediat ce Luna a acoperit discul Soarelui (lumina vie a fotosferii), se observă, chiar cu ochii liberi, o pătură gazoasă de culoare roză, numită *cromosfera*. Aceasta are o grosime aproape de 10.000 km. Din cromosferă pleacă flăcări de aceeași culoare numite *protuberanțe*. Ele au o formă variabilă, cu o perioadă în legătură cu aceea a petelor solare, și au înălțimi până la 900.000 km. Cromosfera este formată din gazele ușoare ridicate din fotosferă, anume hidrogen, heliu și calciu ionizat, dar mai mult hidrogen. Protuberanțele au fost fotografiate întâia oară de *Secchi* pe timpul eclipsei totale de Soare din 1860.

Spectrul cromosferei și al protuberanțelor este un spectru de raze strălucitoare, mai ales de hidrogen, heliu și calciu ionizat.

A fost observat întâia oară de *Jansen* (fost director al Observatorului din Paris) la eclipsa totală de Soare dela 1868, așezând spectroscopul către marginea discului solar. A observat câteva raze care i s'au părut așa de strălucitoare, încât i se păru posibil a le observa chiar fără eclipsă; ceea ce verifică efectiv zilele următoare. Metoda lui *Jansen* și *Lokyer* (fost director al Observatorului din South Kensington, Anglia) permite a studia cromosfera și protuberanțele în orice timp, dar numai pe marginea discului solar.

D. Deslandres (fost director al Observatorului din Meudon și Paris) și *Hale* (directorul Observatorului de pe Muntele Wilson, America), cu ajutorul *spectroheliografului* și *spectrohelioscopului* au putut fotografia elementele cromosferei pe toată suprafața discului solar. Principiul instrumentului constă în a izola radiația particulară pe care vrem s'o studiem (de ex., pe cea violetă de calciu), ca și cum cromosfera ar emite numai această radiație.



Fig. 66. H. Deslandres.

S'a arătat că în cromosferă sunt regiuni mai strălucitoare de calciu numite *floculi*. Se mai găsesc mai ales

în partea superioară *filamente* de culoare mai închisă, de hidrogen; ele sunt datorite absorbției luminii de părțile cele mai dense ale protuberanțelor, când acestea se proiectează pe discul solar. Floculi și filamentele apar ca o extensiune în înălțime ale regiunilor active ale fotosferei și au aceeași perioadă. Cromosfera este într-o continuă agitație foarte caracteristică, dându-i aspectul de vârtejuri.

70. Coroana. Deasupra cromosferei, se află ultima regiune a



Fig. 67. Protuberanță solară de 225000 km. înălțime (Observatorul muntele Wilson).

făcut filme cinematografice ale 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.

Forma coroanei se schimbă și depinde de ciclul activității solare la care se produce eclipsa. La epoca de maximum a petelor, coroana este re-partizată aproape uniform în jurul Soarelui; pe când la epoca de minimum ale petelor, prelungirile coroanei, sunt mai scurte, mai dese și par a se strânge în apropierea ecuatorului. Schimbarea formei coroanei, arată că materia din care se compune este în mișcare, dar nu așa agitată ca a cromosferii.

atmosferei solare, numită *coroana*, și care nu se poate vedea decât în scurtul timp cât ține o eclipsă totală de Soare ⁽¹⁾. Studiul său se poate face în timpul eclipselor totale, fie fotografiind-o direct, fie fotografiind spectrul său. În anul 1930, astronomul francez *Lyot* a imaginat cronograful cu care se poate studia coroana solară, în orice timp, nu numai în timpul eclipselor totale de Soare și s'au și protuberanțelor. Ea apare ca o

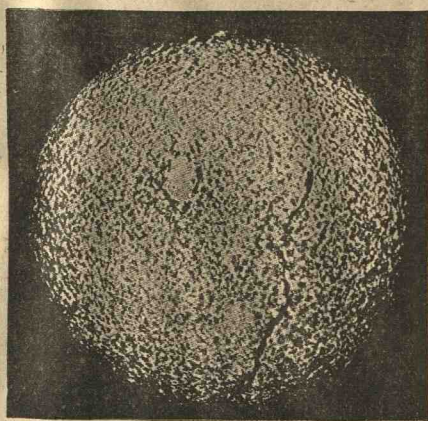


Fig. 68. Partea superioară de calciu ionizat. Floculi și filamente (Observatorul din Meudon).

⁽¹⁾ Coroana a fost din vechime observată, dar se credea că este un fenomen produs de atmosfera pământească. Numai după observațiile făcute de *Arago* (fost director al Observatorului din Paris) la eclipsa totală de Soare din 1842, s'a văzut că este o luminozitate legată de Soare.

Coroana emite o lumină reflectată ca și planetele, de aceea spectrul său conține raze negre. La acest spectru difuzat, se suprapune un spectru propriu de emisiune, de raze strălucitoare, printre care se află acelea de hidrogen, heliu, etc.; dar se mai găsește o rază verde (care se atribuia unui element necunoscut, numit coroniu), care provine din oxigen și azot ionizat, ca și raza care se vede în spectrul aurorelor polare.



Fig. 69. Arago
(1786—1853).

Coroana este un mediu foarte rar format din electroni (de 1800 ori mai ușori decât atomii de hidrogen); iar razele coronale sunt traectoriile pe care le descriu electronii sub acțiunea câmpului magnetic, care emit electroni.

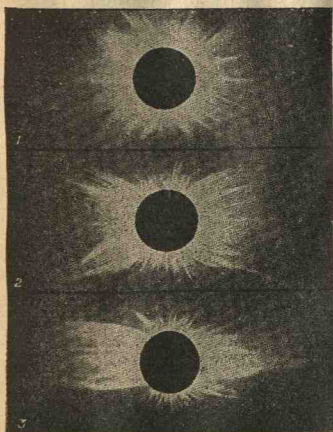


Fig. 70. Trei aspecte tipice ale coroanei solare. 1. La epoca de maximum de activitate solară; 2. La epoca intermediară; 3. La epoca de minimum de activitate.

71. Determinarea rotației Soarelui cu ajutorul spectroscopului. Tot cu ajutorul spectroscopului s'a putut afla rotația păturilor solare în regiunile unde lipsesc petele, care permiteau determinarea directă.

În adevăr s'a stabilit relația care există între deplasarea către violet sau către roșu a razelor negre ale unui spectru datorit unei surse luminoase, și viteza cu care se apropie sau se depărtează de spectru sursa luminoasă. S'a arătat astfel că viteza de rotație la ecuatorul Soarelui este de 2 km/sec.

72. Lumina și temperatura Soarelui. Lumina Soarelui este de 600.000 ori mai mare ca aceea a Lunei pline. S'a arătat că strălucirea aparentă a Soarelui este de

240.000 de lumânări pe centimetru pătrat.

S'a constatat că Pământul primește dela Soare, la limita atmosferei noastre, o cantitate de căldură, numită *constantă solară*, care este aproape 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.

Energia pe care Soarele și stelele o radiază este datorită unei transmutări a materiei în energie printr'un fel de dezintegrare a atomilor, sau mai bine în urma unui șir de transmutări atomice degajând o mare cantitate de energie, ca aceea care se produce în fenomenele radioactivității.



Fig. 71. Coroana solară în timpul eclipsei totale de Soare din 19 Iunie 1936-
Fotografia luată în Caucaz de D-I Sagot membru al Misiunii Societății astro-
nomice din Franța.

73. Acțiunile electrice și magnetice ale Soarelui. Aurora polare. Lumina zodiacală. Razele cosmice. În afară de razele sale luminoase și calorifice, Soarele emite electroni și atomi neutri sau ionizați, care produc iluminarea coroanei. Acești curenți corpusculari pot ajunge până la Pământ, și pătrunzând în partea superioară a atmosferei noastre, întrețin pătura de ozon (care

absoarbe razele ultra violete) și produc schimbări mari asupra magnetismului pământesc, și în propagarea undelor radioelec-



Fig. 72. Auroră polară boreală, fotografiată la 25—26 Ianuarie 1938 de D-I Störmer (Norvegia).

trice. Acești curenți deviați de magnetismul pământesc, se învârtesc în jurul polilor magnetici ai Pământului, care lucrează ca un puternic magnet, și formează două zone de *aurore polare*, una în emisfera nord, alta în emisfera sud. Aceste aurore apar noaptea până la înălțimi de 700 km. sub formă de coloane luminoase roșiatice. Aurora polară boreală din Ianuarie 1938 a fost așa de puternică încât a fost văzută și în România și chiar în nordul Africii.



Fig. 73. Lumina zodiacală. Aprilie 1926.

Aceste radiații mai produc *lumina zodiacală*, care este o lumină

slabă, ce se observă sub formă de fus în nopțile senine și fără Lună, în regiunile tropicale, mai ales la epoca echinocțiilor

seara către apus după ce a încetat crepusculul, alteori spre răsărit, spre ziuă, întinzându-se în vecinătatea planului eclipticei. Lumina zodiacală provine din lumina Soarelui și a stelelor difuzată de corpusculele (molecule gazoase, electroni izolați sau meteoriți solizi) care umple tot spațiul interplanetar, și în special ecliptica pe o mare întindere.

După *Dauwillier* (1934) și *razele cosmice* sunt datorite tot radiației solare în partea înaltă a atmosferei pământeste. *Milikan* (1927) descoperitorul razelor cosmice, crede că ele provin din regiunile interstelare. Aceste raze au o putere de pătrundere foarte mare. *Lemaître* crede că provin din lumile în formație, și că sunt rezultatul fenomenelor prin care materia ia naștere și se organizează.

Caracterele generale ale Soarelui se regăsesc, cum vom vedea, la stele.

L U N A

XIII. 74. Mișcarea Lunei pe bolta cerească. Mișcarea Lunei în raport cu stelele. Luna ia parte ca și stelele la mișcarea diurnă a sferei cerești. 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 aproape 27 zile trece la meridian cu acea stea.

Deci, Luna are o mișcare în raport cu stelele, care se face ca și a Soarelui în *sens direct*, însă de 13 ori mai repede ca a Soarelui, căci, pe când Soarele face ocolul sferei cerești într'un an, Luna îl face în mai puțin de o lună.

Timpul ce trece între două întoarceri ale Lunei în dreptul aceleiași stele se numește *revoluție siderală*, a cărei durată este 27 zile, 7 ore, 43 minute, 11,5 s.

Calculând însă în fiecare zi, ca și pentru Soare, ascensiunea și declinația centrului Lunei și așezând pozițiile corespunzătoare pe un glob, unind aceste poziții, se obține un cerc mare înclinat pe ecliptică cu $5^{\circ} 9'$ (Fig. 74).

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*.

89. Mișcarea ecliptică a Lunei în jurul Pământului. 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

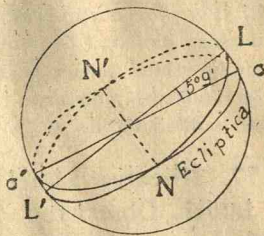


Fig. 74.

Pământ, se constată că Luna descrie în jurul Pământului o elipsă, Pământul fiind într'unul din focare (Fig 75).

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

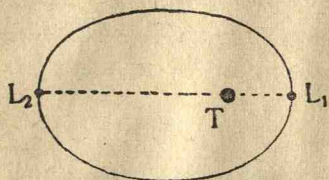


Fig. 75.

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

76. Inegalitățile în mișcarea Lunei. Poziția orbitei satelitului

nostru, Luna, variază sub influența atracției Soarelui. *Linia nodurilor NN'* (Fig. 75) (intersecția eclipticei cu planul orbitei lunare), *retrogradează* cu o mișcare uniformă pe ecliptică și face ocolul în 18 ani și 8 luni (-).

Din această cauză Luna nu va mai fi în același punct al sferei cerești, după ce a făcut odată orbita sa în jurul Pământului. Drumul ei pe sfera cerească nu va mai fi deci un cerc închis, ci o serie de spire aproape plane care se întretaie succesiv, depărtându-se necontenit de întâia, și totuși rămânând apropiate între ele, încât să aibă toate aceeași înclinare de $5^{\circ} 9'$ aproape pe ecliptică. Apoi, *axa mare* L_2L_1 (Fig. 75) a elipsei descrisă de Lună în jurul Pământului se deplasează cu o mișcare uniformă în sens *direct* și face ocolul complet în 9 ani. *Inclinarea* planului orbitei lunare pe ecliptică variază în 173 zile dela 5° la $5^{\circ} 18'$.

De asemenea, mișcarea mijlocie a Lunei are o *acelerație seculară* care produce o diferență de $8''$ pe secol în longitudinea sa.

77. Mișcarea Lunei în raport cu Soarele. Revoluția sinodică a Lunei. 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. 76) 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*.

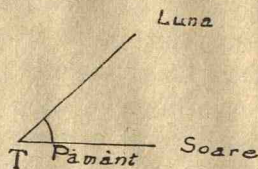


Fig. 76.

78. Fazele Lunei și lumina cenușie. Considerând pozițiile Lunei față de Soare, se poate ușor explica pentru ce Luna se prezintă sub diferite forme, numite *fazele Lunei*.

(¹) În legătură cu *Nutația* axei pământului (Nr. 45).

Când Luna și Soarele sunt de aceeași parte a Pământului, cum este un L_1 (Fig. 77) când se zice că *Luna este în conjuncție cu Soarele*, adică trece la meridian odată cu Soarele, atunci nu se vede și se zice că este *Lună nouă*.

După aceea, Luna începe să apară ca o seceră luminoasă, întâi mai subțire, apoi din ce în ce mai groasă, până ce după aproape 7 zile, Luna are în L_3 (Fig. 77) 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. 77). În acest

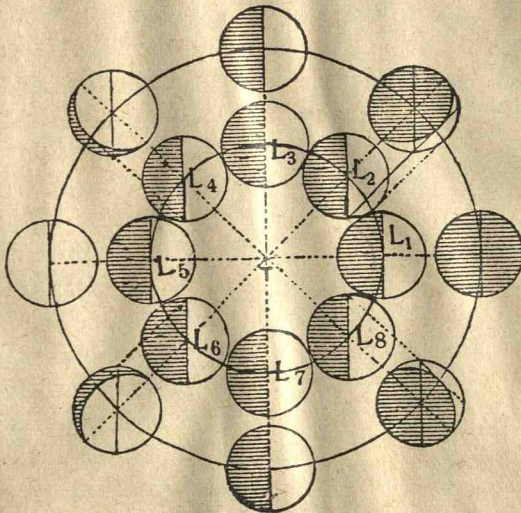


Fig. 77.

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 18.

Luna începe apoi să crească, apare ca o lentilă biconvexă și după aproape 7 zile apare ca un cerc luminos, când se zice că este *Lună plină*, cum este în L_5 (Fig. 77). În acest timp Luna e văzută noaptea și trece la meridian între 18 ore și 24 ore noaptea. Când Luna e plină trece la meridian la 24 ore.

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 margi-

nea rotundă spre stânga, când se zice *al doilea pătrar*, cum este în L_7 (Fig. 77). 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 dispare, 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 aceeași ordine.

Explicarea fazelor. Luna este un corp opac, luminat de Soare, iar fazele provin din cauza luminii ce primește dela Soare și din cauza pozițiilor ei față de Soare. În adevăr, fie T Pământul (Fig. 78), L Luna, S direcția de unde vin razele solare. Distanța unghiulară a Soarelui și Lunei este dată de unghiul STL .

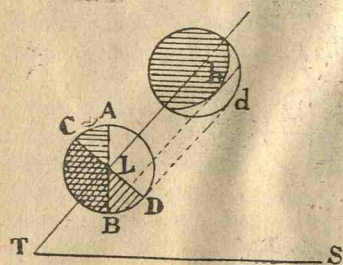


Fig. 78.

Luna fiind luminată de Soare, numai partea ABD 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 77 explică ușor, tot ca în cazul precedent, fazele Lunei. L_1, L_2, \dots, L_8 sunt pozițiile 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 pătrar; 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* (sau lunație).

Melon ⁽¹⁾ a descoperit *ciclul* de 19 ani, după care fazele Lunei revin la aceleași epoci ale anului.



Fig. 79. Mărirea unei fotografii a Lunei (regiunea centrală).

Explicarea luminei cenușii. Se poate observa că Luna, când are forma unei secere, se vede și restul Lunei, dar foarte slab

(1) Astronom grec care a trăit către anul 430 în. Cr.

luminat cu o lumină numită *lumina cenușie a Lunei*. Aceasta se explică observând că Pământul fiind opac ca și Luna, și luminat de Soare, va prezenta faze, dacă va fi privit din Lună.

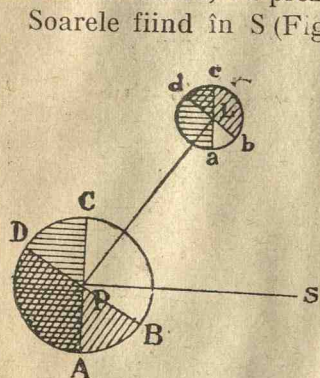


Fig. 80.

Soarele fiind în S (Fig. 80), cercurile de iluminare ale Lunei și Pământului sunt ac și AC , iar partea Lunei, întoarsă spre Pământ, este dab , iar a Pământului, întoarsă spre Lună, este DCB . Rămân deci vizibile numai fuzele luminate BPC și aLb . Inșă 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, din Lună se vede Pământul ca un disc aproape

întreg luminat (Pământ plin).

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

79. Rotația Lunei. Observând dintr'un loc T al Pământului o regiune A la suprafața Lunei L (Fig. 81), se constată că în altă poziție a Lunei, în L_1 , regiunea A se vede în direcția razei L_1T , 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 perpendiculară pe planul orbitei ei.

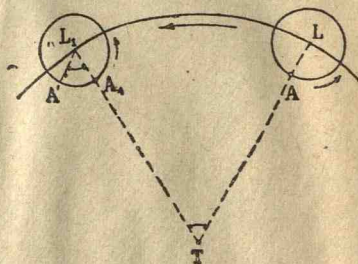


Fig. 81

Unghiurile $A'L_1A_1$ și L_1TL 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 a Lunei, s'a conchis că Luna are o mișcare de rotație, a cărei vitesă 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. 82) 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

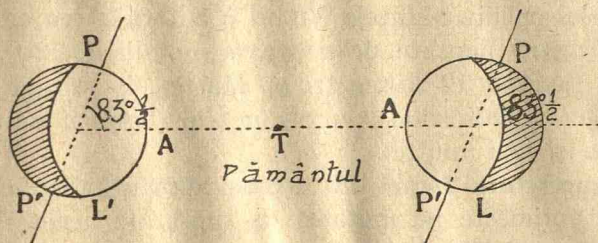


Fig. 82.

sa în jurul Pământului nu este. Urmează că la est și vest pe 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.

80. 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. Luna este un corp uscat (cum este silexul, cremenea) și n'are atmosferă, deoarece razele luminoase, pornite dela stele, și care ating marginea Lunei, nu sunt deviate de prezența unui înveliș gazos.

Sunt pe Lună regiuni înconjurate de munți, a căror înălțime (până la 8000 m) a fost măsurată după umbra pe care o aruncă. Unele vârfuri din cauza mării lor înălțimi, apar ca părți strălucitoare izolate, față de regiunea înconjurătoare a Lunei obscură vederii noastre.

Se mai văd la suprafața Lunei, pe regiunile muntoase, așa zisele *circuri* sau *cratere*, de formă circulară, mărginite de un zid de o pantă ușoară 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 500 metri 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. Se crede că sunt urme lăsate, prin cădere de meteoriți.

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 vedea cu marile instrumente astronomice. 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. Cu cel de pe Muntele Palomar (California), cu diametrul oglinzii de 5 ori, se vor vedea și mai multe.

81. Temperatura 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) temperatura este sub -100° .

XIV. 82. Paralaxa și 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 același meridian (Fig. 83), 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 locurilor A și B fiind cunoscute pe Pământ, se știu latitudinile $h = \angle ETA$ și $h' = \angle ETB$. Observatorul din A, având ca verticală direcția TAZ, vizează Luna L și măsoară distanța zenitală a Lunei, unghiul $\angle ZAL = z$; de asemenea observatorul din B măsoară în același moment distanța zenitală $\angle Z'BL = z'$ a Lunei L.

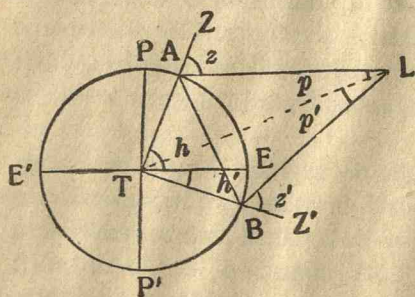


Fig. 83.

Să însemnăm cu p și p' paralaxele de înălțime ale Lunei L, pentru observatorii din A și B. Scriind că suma unghiurilor patruleterului ATBL este egală cu 360° , avem

$$h + h' + (180 - z) + (180 - z') + p + p' = 360^{\circ};$$

de unde

$$p + p' = z + z' - h - h'.$$

Dar, am văzut [Nr. 61, relația (3)] că, între paralaxa orizontală P și paralaxa de înălțime p , este relația

$$\sin p = P \sin z.$$

Din cauză că unghiul p este foarte mic, se poate înlocui $\sin p$ prin p . Deci înțelegem: paralaxele p și P ale Lunei avem relația

$$p = P \sin z.$$

Deci paralaxele p și p' ale Lunei sunt egale cu

$$p = P \sin z, \quad p' = P \sin z'.$$

Inlocuind în (1) pe p și p' cu aceste valori, obținem

$$P(\sin z + \sin z') = z + z' - h - h',$$

$$P = \frac{z + z' - h - h'}{\sin z + \sin z'},$$

care este relația ce dă paralaxa orizontală P a Lunei.

Paralaxa orizontală mijlocie a Lunei este $57' 2''$ (1).

Depărtarea Lunei de Pământ se află cu relația (5) dela Nr. 62,

$$d = \frac{206265}{P} r,$$

Inlocuind paralaxa P a Lunei cu $57' 2''$, obținem $60,3 r$ aproape.

Deci distanța Lunei de Pământ este de 60 ori mai mare ca raza pământescă. Cum raza r a Pământului este 6370 kilometri, distanța Lunei de Pământ este 384300 kilometri aproape.

II. *Depărtarea Lunei de Pământ* se mai poate afla și printr-o construcție geometrică. Astfel (Fig. 83), 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 locurilor A și B fiind cunoscute pe Pământ, se știu latitudinile $h = \text{ETA}$, $h' = \text{ETB}$, 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 .

(1) Determinată de *Lalande* (operând la Berlin) și *Lacaille* (la Capul Bunei Speranțe) în 1752.

Scăzând din 180° 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.

83. Mărimea Lunei se află cu formula (6) dela Nr. 63,

$$R = \frac{\sin \frac{1}{2} \Delta}{\sin P} r, \text{ sau } R = \frac{1}{2} \frac{\Delta}{P} r,$$

R fiind raza Lunei și r raza Pământului, Δ diametrul aparent al Lunei și P paralaxa orizontală a Lunei.

Înlocuind pe $\Delta=31' 8''$ și $P=57' 2''$, avem $R=0,27 r$ aproape. Deci raza Lunei este aproape un sfert din raza Pământului.

Volumul Lunei se află cu formula (7) Nr. 63,

$$\frac{V}{v} = \frac{R^3}{r^3},$$

V și v fiind volumele Lunei și Pământului, iar R și r razele Lunei și Pământului. Înlocuind pe R, se găsește că volumul Lunei este a 50-a parte din volumul Pământului.

ECLIPSE DE LUNĂ ȘI DE SOARE. OCULTAȚII.

84. Eclipsa 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. 84) 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, *eclipsa totală sau parțială de Lună*.

Este deci eclipsă de Lună, când Luna și Soarele sunt de o parte și de alta a Pământului, sau cum se mai zice, când Luna este în opoziție cu Soarele în raport cu Pământul.

În afară de conul de umbră cu vârful în O, mai există un con

de penumbră circumscris Soarelui și Pământului (Fig. 84) cu vârful în O' așezat între S și T . Dacă Luna pătrunde în acest

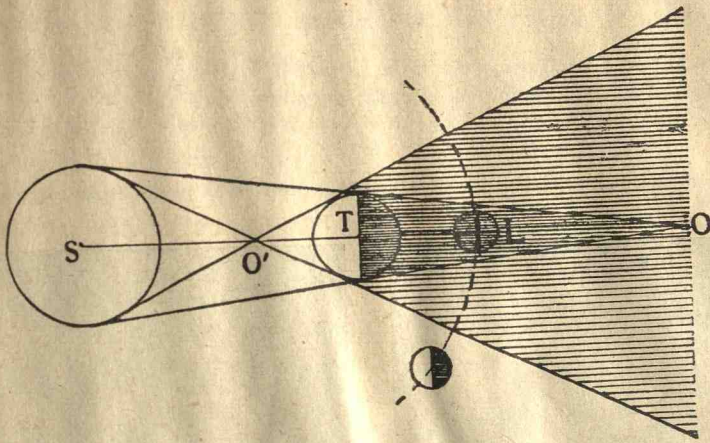


Fig. 84.

con și în afară de conul de umbră, O , se zice că este în penumbră.

85. Condițiile de posibilitate ale unei eclipse de Lună. Pentru ca o eclipsă de Lună să aibă loc, trebuie ca lungimea conului de umbră să fie mai mare ca distanța Lunei de Pământ ;

apoi ca Luna să nu treacă nici pe deasupra nici pe dedesubtul conului de umbră și în fine ca *diametrul secțiunii conului de umbră, la depărtarea Lunei, să fie mai mare ca diametrul Lunei, pentru a ști dacă avem eclipsă totală sau parțială de lună.*

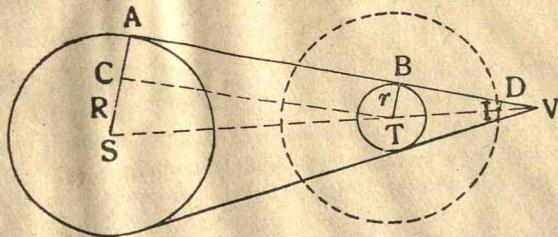


Fig. 85.

Să însemnăm cu R și r (Fig. 85) razele Soarelui și Pământului, $d=ST$ depărtarea dela Pământ la Soare, $TV=x$.

Ducând TC paralelă cu AV , din triunghiurile asemenea TSC , VTB , deducem

$$\frac{VT}{TB} = \frac{TS}{SC}$$

$$\frac{x}{r} = \frac{d}{R-r}$$

Sau

De unue

$$x = \frac{dr}{R-r}$$

Inlocuind pe d și R cu valorile lor, $d=23439r$, $R=109r$, se găsește, din relația de mai sus, că lungimea conului de umbră este

$$x=216 r.$$

Însă depărtarea mijlocie a Lunei este $60r$, deci mai mică decât lungimea co-

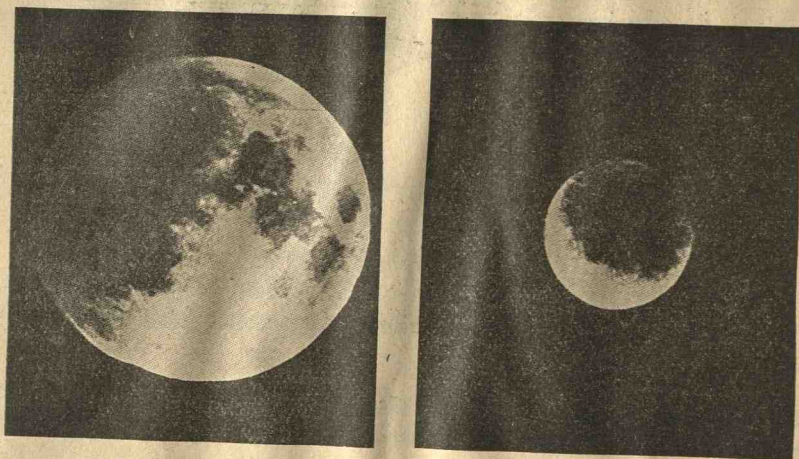


Fig. 86. Eclipsă de Lună.

nului de umbră; așa dar, Luna va putea întâlni acest con. Planul orbitei lunare fiind înclinat pe ecliptică cu $5^{\circ} 9'$, 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.

86. Posibilitatea eclipsei totale de Lună. Ducând ID (Fig. 85) perpendiculară pe AV, aceasta este raza unei sfere înscrisă în con la distanța la care trece Luna; Luna va putea intra complet în con, dacă raza ei e mai mică decât ID. Să calculăm deci pe ID.

Din triunghiurile asemenea VID și VTB avem (Fig. 85)

$$\frac{ID}{r} = \frac{IV}{TV} = \frac{216-60}{216} = \frac{3}{4} \text{ aproximativ,}$$

sau

$$ID = \frac{3}{4} r.$$

Raza Lunei fiind mai mică decât ID (cam $\frac{3}{11}$ din raza r a Pământului), Luna poate intra în întregime în conul de umbră, deci putem avea eclipsă totală.

87. Fazele eclipsei de Lună se numesc diferitele fenomene ce se observă în timpul unei eclipse. Să facem o secțiune în conurile de umbră și penumbră la o distanță de Pământ egală cu depărtarea Lunei (Fig. 87). Dacă Luna urmează drumul xy , va fi eclipsă parțială. Intrând în conul de penumbră, se va observa întâi o slăbire a luminii Lunei; la intrarea în conul de umbră, Luna va prezenta o parte mai întunecată; în fine, eșind din conul de umbră și intrând în cel de penumbră, lumina ei se va mări.

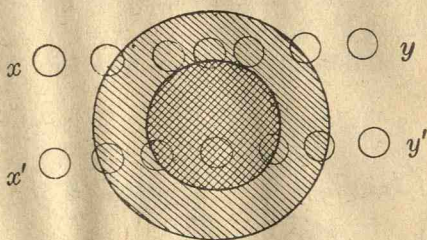


Fig. 87

Când Luna urmează drumul $x'y'$ (Fig. 87), se vor observa, ca și în cazul precedent, aceleași fenomene, numai că, în acest caz, Luna intrând cu totul în conul de umbră, va fi eclipsă totală de Lună.

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. 84), fenomenul e văzut din toate locurile emisferei pământești unde este noapte.

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 lungimii 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 îl va face să ajungă

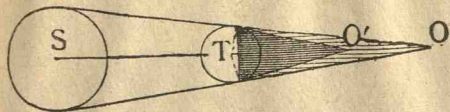


Fig. 88.

în O' (Fig. 88), la o distanță de Pământ mai mică decât depărtarea Lunei; deci eclipsa de lună nu e nici odată completă. Totuși razele traversând atmosfera pământească, sunt mult slăbite și eclipsa este destul de sensibilă.

88. Eclipse de Soare. Diametrul aparent al Soarelui variază între $31'32''$ și $32'36''$, pe când al Lunei variază între $29'26''$ și $33'50''$, deci discul Lunei se arată când mai mare când mai mic decât al Soarelui.

Când Luna și Soarele sunt de aceeași parte a Pământului,

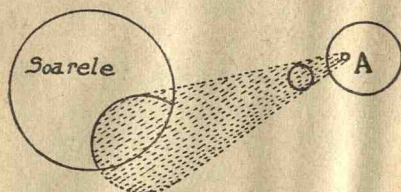


Fig. 89.

adică sunt în *conjuncție*, Luna trece în dreptul Soarelui; în acest caz dacă Luna este în apropierea planului eclipticii, ea poate să acopere numai o parte din discul solar și atunci avem *eclipsă parțială de soare* (Fig. 89), sau să acopere în total discul solar

și atunci este *eclipsă totală de soare* (Fig. 90). Când discul Lunei e mai mic decât al Soarelui, în momentul când el vine

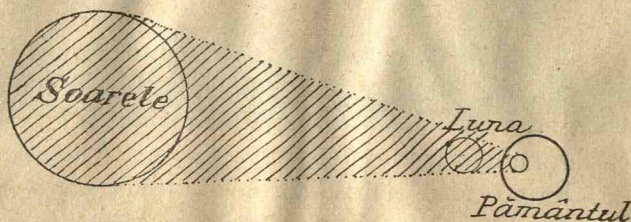


Fig. 90.

în dreptul mijlocului Soarelui, nu se mai vede din Soare decât un inel din marginea discului solar și atunci este *eclipsă inelară* (Fig. 91).

Aceste fenomene se explică și astfel. Luna L fiind un corp opac și luminat de Soarele S, aruncă îndărătul ei un con de umbră circumscris Soarelui și Lunei; deci dacă acest con întâlnește Pământul, dintr'un asemenea loc depe Pământ, din interiorul conului de umbră (Fig. 92), nu se va putea vedea Soarele și se zice că pentru acel loc este o *eclipsă totală de Soare*.

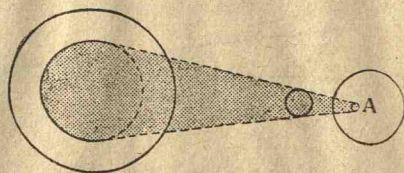


Fig. 91.

Dacă însă un punct M (Fig. 93) al Pământului intră în interiorul conului cu vârful în O' circumscris Soarelui și Lunei, numit con de penumbră, și este în afară de conul de

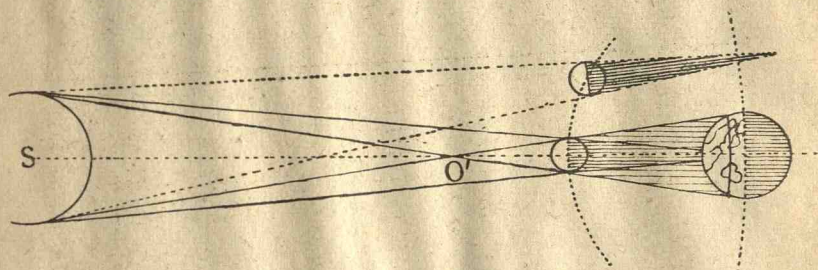


Fig. 92.

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.

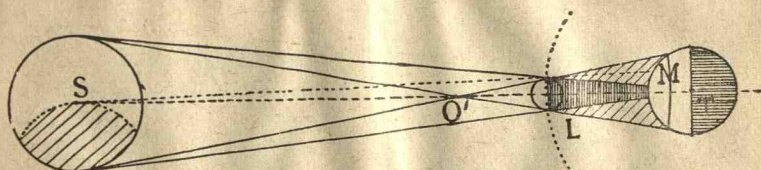


Fig. 93.

Când conul de umbră nu atinge Pământul (Fig. 94), să-l prelungim dincolo de vârful său. Dintr'un loc depe 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 $Ann'B$ (Fig. 94).

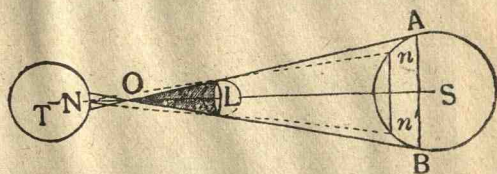


Fig. 94.

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.

89. De unde se văd eclipsele de Soare. 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 suprafața Pământului.



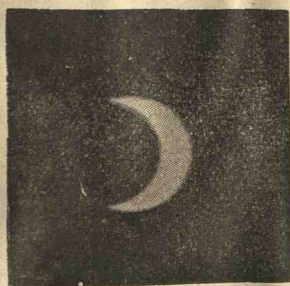
Fig. 95. Eclipsa totală de Soare dela 19 Iunie 1936, văzută din insula Chios (Grecia). Venus se vede în sus, la dreapta. Fotografia D-lui Abbott.

Această pată de umbră este mică; lățimea sa nu trece peste 300 km. pentru o eclipsă totală și 400 km. în cazul unei eclipse

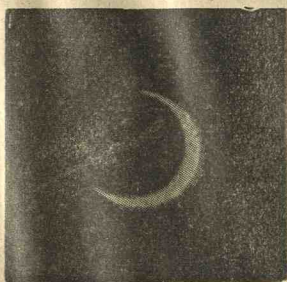
inelară. Această fâșie de umbră, din cauza mișcării de rotație a Pământului și a mișcării de translație a Lunei, se mișcă pe suprafața Pământului cu o viteză de aproape 500 metri pe secundă (tocmai ca umbra unui nor), astfel că eclipsa se vede succesiv din locurile situate pe fâșia pe care a parcurs-o 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.

90. Fazele unei eclipse de Soare. În timpul unei eclipse de Soare, discul solar prezintă faze analoge cu cele dela Lună. Dacă eclipsa este parțială, este un moment când partea întunecată a Soarelui are cea mai mare întindere. Timpul cât se poate să dureze o eclipsă totală de Soare rar trece peste 6 minute.

Pe când la o eclipsă de Lună, fenomenul este văzut deodată



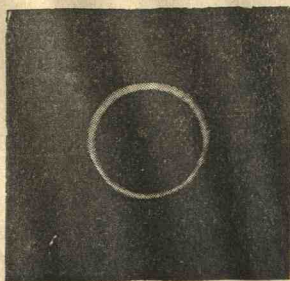
11^h 51^m



12^h 0^m



12^h 16^m 3^s



12^h 18^m 35^s

Fig. 96. Eclipsa de Soare dela 28 Martie 1922, văzută din Lyndiane (Senegal), faza inelară.

din toate locurile unei emisfere pământeste, fazele fiind aceleași pentru toți observatorii, pentru eclipsele de Soare, faza depinde de poziția observatorului la suprafața Pământului și de timpul cât umbra mișcătoare a Lunei îl întunecă.

91. Observare relativă la numărul eclipselor anuale. Saros. 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 decât 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



Fig. 97. Mersul conului de umbră pe suprafața Pământului în cursul unei eclipse totale (30 August 1905).

pentru tot globul 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 precizarea eclipselor, care

se face cu mare precizie prin calcule matematice.

92. Fenomene ce se pot observa în timpul eclipselor de Soare. Eclipsele de Soare prezintă un adevărat interes în momentul când ele devin totale. În acest moment, lumina ia o culoare mai palidă (arămie), temperatura se scoboară. Indată ce cercul 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 protuberanțelor și coroanei solare, care nu mai sunt atunci încate de lumina fotosferei.

107. **Ocultații.** Când Luna, din cauza mișcării sale proprii, ajunge să treacă în fața unei stele, aceasta este acoperită de Lună, steaua dispare pentru un timp mai mult sau mai puțin lung, se zice atunci că este *ocultație*.

Strălucirea Lunei face să nu mai vedem stelele puțin strălucitoare care sunt în vecinătatea sa, de aceea în Efemeridele astronomice se dau ocul-
tațiile stelelor mai strălucitoare (până la magnitudine a șasea)

când fenomenul se poate vedea cu o lunetă de putere mijlocie.

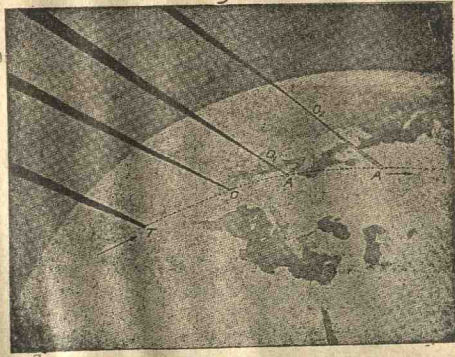


Fig. 98. Conul de umbră al eclipsei din 1912. Totală pe oceanul Atlantic în T, ea era la limita de totalitate în O, apoi devenea gradat inelară.



Fig. 99. Eclipsa totală de Soare din 19 Iunie 1936. Fotografii obținute la cinci minute de D-l Riby (Blénau, Yonne).

Când Luna se vede sub forma unui fir luminos, sau când este total eclipsată, se pot observa ocultații de stele până la magnitudinea a opta sau a noua.

Observațiile de ocultații servesc pentru determinarea longitudinii unui loc de pe Pământ unde se fac observațiile.

M A R E E.

94. Se numesc *maree*, oscilațiile regulate și periodice ale apelor oceanelor, adică ridicarea și coborîrea 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 propagării 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 mării 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 dela gura Senei, la Quillebeuf, mascaretul atinge 3 metri înălțime, și se propagă cu 8 metri pe secundă.

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 dintâi,



Fig. 100. Mascaretul Senei.

a bănuit adevărata cauză a fenomenului mareelor, adică atracția ce o exercită Luna asupra apelor oceanului. Laplace a arătat că fenomenul mareelor este produs de atracția Lunei asupra apelor mărilor, la care se mai adaugă și aceea a Soarelui.

PLANETELE

XV. 95. Planete. Încă din timpurile cele mai vechi s'a observat că printre stele, sunt unele, care pe lângă că iau parte la



Fig. 101. Hiparch.

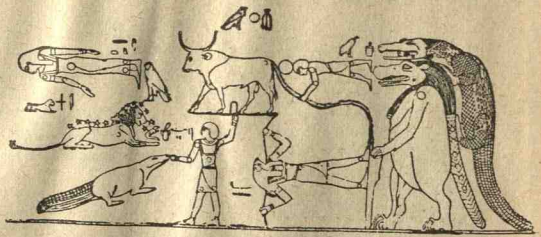


Fig. 102. Simbolele constelațiilor (de nord) la Egipteni.

mișcarea diurnă, se mișcă printre celelalte; acestea sunt *planetele*. În antichitate erau cunoscute numai acelea care se puteau vedea cu ochii liberi: *Mercur, Venus, Marte, Jupiter și Saturn.*

Azi se mai cunosc *Uran, Neptun, Pluton*, și aproape 1200 *planete mici.*

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 (1), 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 combinarea mai multor mișcări circulare și reuși să explice aceste neregularități cu ajutorul *Teoriei epiciclor.*



Fig. 103. Ptolemeu.

(1) Născut la Alexandria către anul 140 a. Chr.

96. Sistemul lui Copernic. Deosebirea dintre pozițiile calculate și cele observate, a arătat că sistemul lui Ptolemeu nu corespundea adevărului. *Copernic* (1473—1542) ⁽¹⁾ servindu-se de concepția despre Univers a Pitagoricienilor, așează Soarele în centrul mișcărilor planetelor, dar menține 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 depărtările planetelor la Soare și duratele lor de mișcare în jurul Soarelui sunt



Fig. 104. Copernic.

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

Azi se mai cunosc planetele

	Depărtarea	Durata de mișcare
♅ Uran	19,2	84 ani
♆ Neptun	30	165 „
♇ Pluton	39,5	250 „

și planetele mici cu depărtarea între 2 și 4.

Planetele Mercur și Venus fiind mai aproape de Soare ca Pământul, se numesc *planete inferioare*, iar Marte, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun și Pluton *planete superioare*.

Pe sistemul acesta al lui Copernic se clădește Astronomia modernă.

⁽¹⁾ Născut la Thorn (Polonia). Și-a completat studiile în Bologna, Padua, Roma.

97. Mișcarea aparentă a planetelor. Stațiile și retrogradațiile plantelor. Se observă unele aparențe în mișcarea planetelor, numite *stațiile și retrogradațiile*. 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 să se apropie 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.

Aceeași 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.

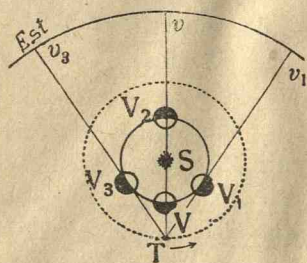


Fig. 105.

98. Explicarea stațiilor și retrogradațiilor planetelor inferioare. Fie (Fig. 105) S Soarele, V planeta Venus, T Pământul și să 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 viteză relativă egală cu diferența dintre vitezele 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* percută 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*. Când

Venus este în V_2 , unde se zice că este în *conjuncție superioară* cu Soarele în raport cu Pământul, o vedem pe cer în v , perdută 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 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. 106) 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 viteză egală cu diferența vitesei 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*.

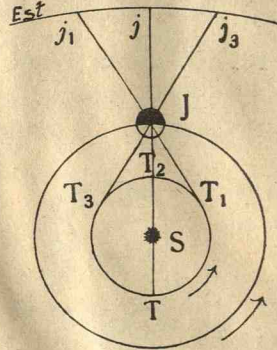


Fig. 106.

100. Fazele planetelor. Galileu. Planetele descriind orbite în jurul Soarelui, trebuie să prezinte faze ca și Luna. Acestea au fost scoase în evidență de Galileu care a îndreptat, (în 1610) întâia dată luneta sa spre cer.



Fig. 107. Galileu (1564—1642).



Fig. 108. Primele lunete ale lui Galileu, care sunt conservate în Muzeul din Florență.

Galileu este unul din cei mai mari astronomi italieni. A descoperit isocronismul oscilațiilor pendulului; a găsit legea căderii corpurilor, aceea a mișcării proiectilelor. Cu ajutorul lunetei, a recunoscut inegalitățile suprafeței Lunei, arătând cum se măsoară înălțimea munților ei; a observat librațiile Lunei. Observa reea petelor Soarelui l'a condus la rotația în jurul său. Cel dintâi a descoperit patru din sateliții lui Jupiter. A descoperit (în 1610) fazele lui Venus, ceea ce arată evident mișcarea acestei planete în jurul Soarelui.

101. Mișcarea reală a planetelor. Legile lui Kepler. *Kepler* (1571—1630) (născut la Würtemberg) fu în stare să arate că orbitele descrise de planete în jurul Soarelui nu sunt cercuri.



Fig. 109. Kepler.

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⁾.

Metodele întrebuintate 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 (·) 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. 111), 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 mișcare ale planetelor, adică*

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

102. Sateliții planetelor. Sateliții lui Jupiter și descoperirea vitezei luminii. După cum planetele se mișcă în jurul Soarelui, s'a putut observa că și în jurul unora dintre planete se mișcă

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

(2) Așa de puțin turtite, încât pot fi considerate ca cercuri.

alte corpuri cerești mai mici ca planetele, numite *sateliți*. In 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 11, Saturn 10, Uran 4 și Neptun 1. Doi din sateliții lui Jupiter (primul și al doilea) sunt aproape egali 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.

Descoperirea vitezei luminii. S'a putut ușor constata că sateliții lui Jupiter dau loc la

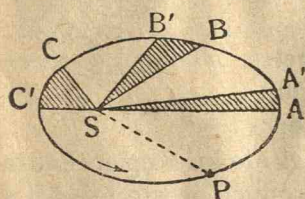


Fig. 111.

fenomene analoge cu acelea ale eclipselor de Lună. In 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 vitezei luminii.

In 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 că în momentul când Jupiter era în pătrare (Fig. 114), 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, erau de aceeași parte a Pământului, Pământul în P_1 , fenomenele aveau loc cu 8 minute mai târziu.

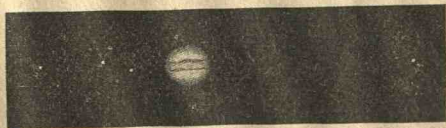
Fig. 110. Ticho-Erache
(1546—1601).

Fig. 112. Jupiter cu 4 din sateliții săi.



Fig. 113. J. D. Cassini.

ca să ajungă dela Soarele la Pământ, s'a găsit că viteza luminii este de 300.000 km. pe secundă.

XVI. 103. Descoperirea legii atracției universale. Am văzut că planetele descriu în jurul Soarelui elipse și că se supun celor



Fig. 115. Newton (1642—1727).

⁽¹⁾ Servindu-se de rezultatele lui Huyghens asupra forțelor centrale (forța centrifugă) și de legea căderii corpurilor descoperită de Galileu.

Din nepotrivirea între cele observate și calculate, Römer a dedus 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. Impărțind de

părtarea Soarelui de Pământ cu timp

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

de Pământ cu tim-

pul necesar luminii

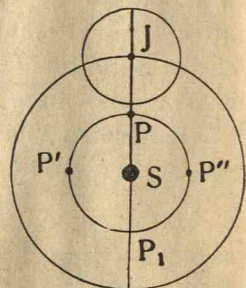


Fig. 114.

trei legi ale lui Kepler. Cauza care produce aceste mișcări a dedus-o Newton (1676) ⁽¹⁾. O planetă fiind în mișcare în spațiu, înseamnă că a avut o viteză inițială. Conform principiului inerției, planeta s'ar fi mișcat în linie dreaptă și uniform. Dar, planeta descriind o elipsă în jurul Soarelui, urmează că este o forță atractivă F către Soare, al cărei efect combinat cu acela dat de forța inițială face ca planeta să descrie această elipsă. Urmează că mișcarea planetelor în jurul Soarelui se face ca și cum o forță atractivă trecând Soarele lucrează asupra lor.

Orbita descrisă în jurul Soarelui diferind puțin de cerc, putem presupune că este un cerc. Conform legii a doua a lui Kepler, arile descrise în timpuri egale fiind egale, urmează că mișcarea pe acest cerc este uniformă.

Inesemnând cu T durata de mișcare uniformă în jurul Soarelui pe acest cerc de rază r (depărtarea mijlocie dela Pământ la Soare), se știe ⁽¹⁾ că forța, care produce această mișcare, este îndreptată către centru, adică spre Soare, și are valoarea

$$(1) \quad F = m \frac{v^2}{r},$$

unde m este masa și v viteza planetei. Se știe că în această mișcare uniformă viteza v este

$$v = \frac{2\pi r}{T},$$

pe care înlocuind-o în (1), avem

$$(2) \quad F = \frac{m}{r} \left(\frac{2\pi r}{T} \right)^2 = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}, \quad (3) \quad F = m \frac{4\pi^2}{r^2} \frac{r^3}{T^2}.$$

Aceasta este valoarea forței atractive care ține planeta în orbita sa și de asemenea și pentru alte planete pe orbitele lor

$$F' = m' \frac{4\pi^2}{r'^2} \frac{r'^3}{T'^2}, \quad F'' = m'' \frac{4\pi^2}{r''^2} \frac{r''^3}{T''^2}, \dots$$

Dar, după legea a treia a lui Kepler, r fiind depărtarea mijlocie a planetei de Soare, avem

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{r'^3}{T'^2} = \dots = k = \text{const.}$$

Inlocuind în (3) pe $\frac{r^3}{T^2}$, $\frac{r'^3}{T'^2}, \dots$ cu egala lor k , obținem

$$F = 4\pi^2 k \frac{m}{r^2}, \quad F' = 4\pi^2 k \frac{m'}{r'^2}, \dots$$

Punând $4\pi^2 k = \mu$, urmează că intensitatea forței atractive către Soare, care ține o planetă în orbita sa, este

$$(4) \quad F = \frac{\mu m}{r^2},$$

adică proporțională cu masa m a planetei și invers proporțională cu pătratul depărtării r a planetei de Soare.

Newton a bănuit că este aceeași lege care face ca sateliții să se miște în jurul planetei respective, și că atracția este identică cu greutatea (forța care face să cadă corpurile pe Pământ). Insemnând cu g și g' accelerațiile greutății asupra corpului de masă m , la suprafața Pământului depărtat de centru cu raza r , și la depărtarea r' a Lunei, expresiile forțelor datorite greutății sunt mg și mg' ;

(1) Din Fizică.

iar cele exprimate cu formula (4) a atracției sunt $\frac{\mu m}{r^2}$ și $\frac{\mu m}{r'^2}$. Egalându-le, avem

$$mg = \frac{\mu m}{r^2}, \quad mg' = \frac{\mu m}{r'^2},$$

și împărțindu-le, obținem

$$\frac{g'}{g} = \frac{\frac{\mu m}{r'^2}}{\frac{\mu m}{r^2}}, \quad \frac{g'}{g} = \frac{r^2}{r'^2}.$$

Inlocuind $r' = 60r$ depărtarea Lunei de Pământ, avem

$$(5) \quad g = (60)^2 g'.$$

Presupunând că orbita Lunei în jurul Pământului este un cerc cu raza r , și însemnând cu $T' = 27$ zile, 32 durata de mișcare a Lunei în jurul Pământului, știm că expresia forței care produce mișcarea în baza atracției este (2)

$$F' = m \frac{4\pi^2}{T'^2} r';$$

iar aceea datorită greutateii, care-și întinde efectele și la suprafața Lunei, este $F' = mg'$. Presupunând că există identitate între atracție și greutate, urmează

$$m \frac{4\pi^2}{T'^2} r' = mg', \quad g' = \frac{4\pi^2}{T'^2} r'.$$

Inlocuind în (5) pe g' și apoi pe $r' = 60r$, $T' = 27$ zile, 32, $r = 6370$ km, Newton a găsit pentru accelerația g a greutateii aceeași valoare 9,8 m, pe care o găsim cu formula căderii corpurilor $s = \frac{1}{2} gt^2$ a lui Galileu. Astfel a dovedit că este identitate între greutatea la suprafața Pământului și forța care face ca planetele și sateliții să se miște în orbitele lor.

De aci Newton a dedus legea atracției Universale. Insemnând cu m masa planetei și r depărtarea ei de Soare, planeta se mișcă în jurul Soarelui sub acțiunea forței

$$(6) \quad \frac{\mu m}{r^2}.$$

Dar și planeta exercită o acțiune asupra Soarelui. Deci, Soarele este supus unei atracții din partea planetei exprimată prin

$$(7) \quad \frac{\mu_1 M}{r^2},$$

M fiind masa Soarelui, r depărtarea planetei de Soare, iar μ_1 coeficientul de proporționalitate, deosebit de μ .

Newton introducând *principiul egalității acțiunii și reacțiunii*, a dedus

$$\frac{\mu m}{r^2} = \frac{\mu_1 M}{r^2}, \quad \mu m = \mu_1 M, \quad \frac{\mu}{M} = \frac{\mu_1}{m} = f,$$

Insemnând cu f valoarea constantă a acestor rapoarte, și înlocuind în (6) pe $\mu = fM$ și în (7) $\mu_1 = fm$, atunci se obține aceeași valoare

$$\frac{fMm}{r^2}.$$

Această expresie reprezintă fie acțiunea Soarelui asupra planetei, sau aceea a planetei asupra Soarelui, și se deosebesc numai prin sensul în care lucrează.

Astfel Newton a găsit expresia $\frac{fMm}{r^2}$ a legii atracției universale, că două corpuri de mase m și M , la depărtarea r , *exercită unul asupra celuilalt o atracție proporțională cu masele corpurilor și invers proporțională cu depărtarea dintre ele.*

104. Legea lui Bode. Planeta Uran. Descoperirea planetelor mici. Bode (astronom german) în 1778, caută să dea o lege (găsită mai înainte de *Titius*) la care să satisfacă depărtările planetelor de Soare. A considerat șirul numerelor

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

asa că următorul să fie îndoitul precedentului; a adăugat la fiecare din aceste numere pe 4 și împărțindu-le cu 10, a găsit

$$0,4; 0,7; 1; 1,6; 2,8; 5,2; 10; 19,6; 38,8\dots$$

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 careia 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 șirului lui Bode și 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 și Jupiter, care să fie la distanța 2,8 de Soare. Kepler observase

acest gol înaintea legii lui Bode și chiar a spus : *intra Martem et Jovem interposui planetam.*

Intr'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* și *Olbers*, descoperiră încă două planete mici *Junona* și *Vesta*, toate având aproximativ aceeași depărtare 2,8 de Soare.

Numărul acestor planete mici a crescut, așa că azi se cunosc 1200. Dintre aceste planete mici, *Eros*, descoperită de *Witt* în 1898, are o deosebită importanță pentru calcularea paralaxei Soarelui, adică a depărtării Soarelui de Pământ.

105. Descoperirea lui Neptun. Legea lui Bode se credea 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 și cu ajutorul legii gravitației universale, descoperită de *Newton*, *Le Verrier* conchise că trebuie să existe o planetă care să exercite asupra lui *Uran* o acțiune, 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 condeului 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 distanță 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 39,8, iar nu 30 după cum a găsit *Le Verrier*.

DESCRIEREA PLANETELOR

106. Mercur este cea mai apropiată planetă de Soare, este cufundat în razele solare, și rareori este văzut cu ochii liberi, și aceasta are loc numai seara după apusul Soarelui sau dimineața înainte de răsărit. Mercur descrie în jurul Soarelui o elipsă foarte turtită în 88 de zile și se mișcă cea mai repede din toate planetele.

Prezintă faze ca și Luna. N'are atmosferă și este stâncoasă ca și Luna. Are culoarea galben arămiu. Diametrul lui Mercur este aproape 4720 km. (Volumul este de 23 ori mai mic decât al Pământului). Durata de rotație în jurul axei sale este de 88 zile, egală cu durata de mișcare în jurul Soarelui. De aceea Mercur prezintă aceeași emisferă în fața Soarelui. Această emisferă are o temperatură peste 400° , iar cea opusă este obscură și foarte rece.

107. Venus. Este la depărtarea 0,7 din depărtarea Soarelui, de Pământ. Descrie în jurul Soarelui o elipsă în 225 zile. Când trece între Pământ și Soare, ajunge să fie cea mai apropiată de Pământ dintre planetele mari. Volumul său este 0,9 din al Pământului. Ecuatorul pământesc are 40.000 km. aproape, iar al lui Venus 38.620 km.

Este cea mai strălucitoare dintre toate stelele, de aceea se vede și ziua, după apus și înainte de răsăritul Soarelui, când se numește *lucafărul de seară* și *lucafărul de dimineață*.

Puterea reflectoare (albedo) este mare (aproape 0,7; a zăpezii 0,75) și arată că Venus este înconjurat de o atmosferă densă care ascunde detaliile suprafeței sale. Aceasta îi dă planetei un aspect strălucitor.

Sunt condensări întunecoase în atmosfera lui Venus. Este o pătură subțire în partea înaltă a atmosferei foarte strălucitoare, sub care este o atmosferă groasă, foarte densă și gălbue. Este compusă mai mult din gaz carbonic (cum era poate aceea a Pământului în era primară).

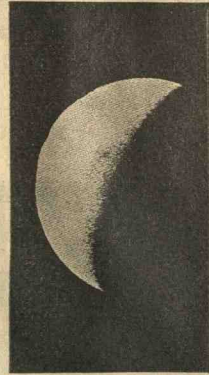


Fig. 116. Mercur.
Fotografie A. Danjon.

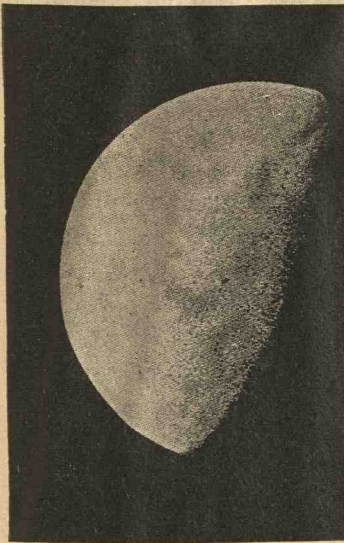


Fig. 117. Venus. Fotografie A. Danjon.

Temperatura ⁽¹⁾ lui Venus este aproape de 50°. Nu se știe exact durata de rotație a lui Venus în jurul axei sale. Unii cred că este egală cu durata de mișcare în jurul Soarelui, 225 zile; alții de 24 ore; e mai sigură cea de 225 zile.

XVII. 108. Marte. Depărtarea este 1,5 din depărtarea Soarelui de Pământ (aproape 228 milioane km). Descrie în jurul Soarelui în 687 zile o elipsă mai turtită decât cea descrisă de Pământ. Este cea mai bine cunoscută dintre planete.



Fig. 118. Planeta Marte în 1935.
Fotografie A. Danjon.

Diametrul ecuatorial al lui Marte este 6870 km. (Volumul este de aproape 7 ori mai mic decât al Pământului). Densitatea sa în raport cu apa este 3,9 (a Pământului 5,5).

Marte se învârtă în jurul axei sale în 24 ore și 37 minute, care este durata zilei pe Marte. Inegalitățile zilelor și nopților de o parte, și lungimea anotimpurilor sunt mai pronunțate pe Marte decât pe Pământ, căci și anul pe Marte este de 687 zile.

Cu ochii liberi Marte apare de culoare roșcată cu pete verzui. Are o atmosferă de densitate mică, puțin încărcată cu vapori de apă, aproape lipsită de oxigen, care nu ascunde solul planetei. La suprafața lui Marte se disting unele regiuni mai întunecate, altele mai clare. Pe Marte, temperatura variază cu ora zilei și depinde de latitudinea și culoarea locului. Părțile întunecate, numite mări, și care sunt mai mult stepe, absorb mai multă căldură solară. De asemenea, regiunile ecuatoriale sunt mai calde decât cele din regiunea polilor. La amiază, o parte întunecată are între 10 și 20°, pe când o regiune mai clară

(1) Temperatura planetelor s'a aflat cu aparatul numit *cuplul termo-electric*, format dintr'un fir de argint și un fir de bismut, reunite în circuit prin două suduri. Una este menținută la o temperatură constantă, iar cealaltă sudură este supusă radierii a cărei temperatură se caută.

din suprafața lui Marte are dela 0° la 10° . Către regiunile polare ale lui Marte se văd calote alburii, atribuite prezenței zăpezii și gheții; dimensiunile lor variază după anotimpurile planetei.

Din cauza atmosferei rară, variația temperaturii pe Marte este mare; coborâtă la -70° în timpul nopții, temperatura se ridică la -20° la răsăritul Soarelui; ajunge la 15° la amiază, revine la 0° la crepuscul și apoi scade repede.

Marte are doi sateliți de diametri aproape de 60 km și 30 km. Primul prezintă particularitatea, unică în sistemul solar, că durata sa de mișcare în jurul lui Marte este mai mică decât durata de rotație a planetei în jurul axei sale.

109. Planetele mici. Planetele mici au depărtări care variază între 2 și 4 din depărtarea Soarelui de Pământ. Duratele lor de mișcare în jurul Soarelui, variază între 3 și 8 ani. Prima, Ceres, a fost descoperită de Piazzi la Palermo (1801). Azi se cunosc peste 1200 și numărul lor crește cu ajutorul fotografiei. Ele formează o coroană de corpusele care circulă în jurul Soarelui. Dintre ele, planeta *Eros*, descoperită în 1898, a ajutat la determinarea paralaxei orizontale a Soarelui. La anumite opoziții ale sale cu Soarele în raport cu Pământul (Pământul între Soare și *Eros*, cum a fost în 1931), *Eros* a fost aproape de Pământ la 20 milioane kilometri depărtare de Pământ) (-).



Fig. 119. G. Piazzi (1746—1826).

100. Jupiter are depărtarea 5,2 de Soare (aproape 777 milioane km.). Este aproape strălucitoare ca Venus și este mai strălucitoare ca Sirius, cea mai strălucitoare din toate stelele. Se învârtește în jurul Soarelui în 12 ani pe o elipsă destul de turtită. Este cea mai mare dintre planete și diametrul său este de 11 ori mai mare ca al Pământului (volumul de 1341 ori mai mare).

(1) S'a descoperit în 1937, altă planetă mică *Hermes* mai apropiată de Pământ.

Jupiter se învârtește în jurul său în aproape 10 ore (de trei ori mai repede ca Pământul) și din cauza aceasta globul său este mult turtit. Se observă că viteza de rotație se micșorează dela ecuator la poli. Aceasta probează că învelișurile exterioare ale lui Jupiter sunt gazoase, iar bandele întunecate paralele cu ecuatorul sunt vapori condensați.

În emisferul austral se observă două pete mari, una roșie (semnalată de Cassini în 1667, lungă de 50.000 km, largă de 10.000 km), a cărei culoare variază; alta de culoare cenușie (studiată din 1901) mai joasă și cu mișcare mai repede decât cea roșie. Pe timpul unei întâlniri cea roșie a trecut pe deasupra celeilalte, accelerându-și mișcarea.

Cu măsuri calorimetrice, s'a arătat că suprafața lui Jupiter are temperatura de -130° centigrade. În atmosfera sa se află hidrogen, metan, amoniac. Cea mai mare parte din amoniac este lichefiat, și formează nouri vizibili la suprafața lui Jupiter în continuă transformare.

Jupiter are 11 sateliți. Primii patru au fost descoperiți de Galileu în 1610;

doi sunt mai mari ca Luna, al treilea cât Mercur. Sateliții al optulea și noulea circulă retrograd pe orbite neînchise în mai puțin de 3 ani. Se crede că sunt asteroizi capturați de Jupiter. Ultimii doi au fost descoperiți fotografic la Observatorul Munte Wilson 1938.

110. Saturn. Depărtarea de Soare este 9,5 (aproape un miliard și jumătate km). Se învârtește în jurul Soarelui în 29 ani și jumătate. După Jupiter este cea mai mare din planete, diametrul mijlociu al lui Saturn este de 9 ori și jumătate mai mare ca al Pământului (volumul de 840 ori mai mare). Se învârtește în jurul său în 10 ore și 14 minute.



Fig. 120. Fotografia lui Jupiter (în Martie 1933) de D-I Kerolr. Stația de Astrofizică a Observatorului din Paris.

Saturn are o constituție analoagă cu a lui Jupiter, în care aproape tot amoniacul este solidificat. Se observă la suprafața sa o zonă ecuatorială destul de strălucitoare, calotele polare în general întunecate și bande mai mult sau mai puțin întunecate paralele cu ecuatorul planetei. Atmosfera sa este de densitate mare, și are o temperatură aproape de -135° .

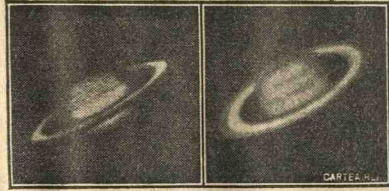


Fig. 121. Saturn în 1912. Fotografie P. Lowell.

Ceeace îl caracterizează pe Saturn, sunt inelele ⁽¹⁾, care-l înconjură fără să-l atingă și care formează o coroană de cinci ori mai largă decât diametrul Pământului, dar foarte subțire (între 70 și 150 km). Aceste inele se găsesc în prelungirea planului ecuatorului globului lui Saturn.

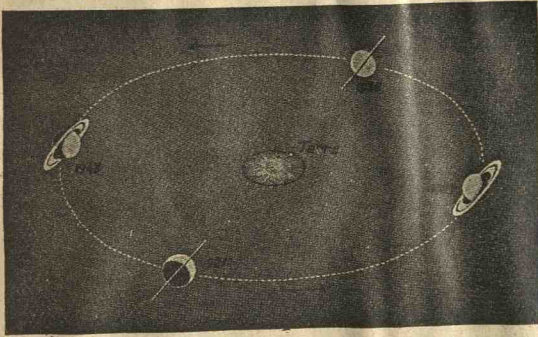


Fig. 122. Explicarea aspectului variabil cu timpul al inelului lui Saturn.

aproape 7 ani) inelele au lărgimea aparentă maximă și se văd aproape deschise (cum a fost în 1928, cea viitoare în 1943).

Când Pământul trece prin acest plan, atunci inelele au aspectul unei linii de umbră subțire pe care o aruncă pe discul lui Saturn (cum a fost în 1936, cea viitoare în 1952). După un sfert din timpul în care planeta face ocolul Soarelui (a-

Se disting trei părți principale; inelul exterior de culoare închisă; inelul mijlociu, de strălucire mai vie, mai ales pe marginea exterioară și separat de primul prin diviziunea lui Cassini care pare foarte întunecoasă; apoi vine inelul interior de culoare închisă și transparentă (căci se văd marginile planetei îndărătul acestui inel).

⁽¹⁾ Huyghes a demonstrat în 1650 existența inelelor lui Saturn

Inelele lui Saturn sunt opace, căci aruncă umbră pe planetă. Sunt formate din corpuscule mici solide, discontinue, circulând în jurul planetei, în planul ecuatorului. Se observă locuri unde se strâng mai multe corpuscule, precum și alte regiuni nestabile și chiar goluri, datorite perturbărilor sateliților lui Saturn. Toate acestea înoată într-o pulbere, căci se văd nori care umple golurile. Inelele lui Saturn sunt formele din sfărămăturile unui satelit.

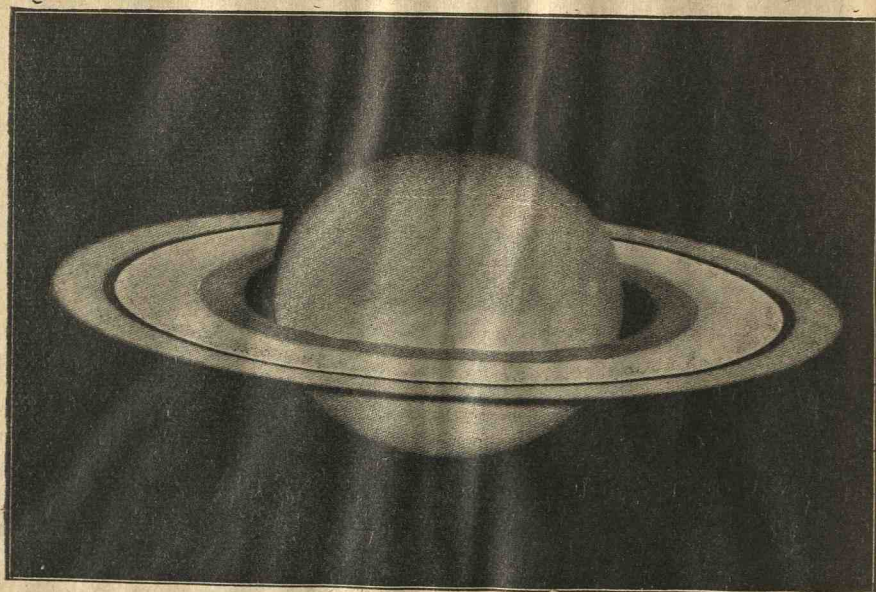


Fig. 123. Aspectul telescopic al lui Saturn în Iunie 1924. Observatorul din Meudon (Franța).

Saturn are 10 sateliți, circulând aproape toți în planul inelelor. Primul a fost descoperit de Huyghens în 1665, iar al noulea circulă retrograd.

112. Uran are depărtarea de Soare 19,2 (și este aproape 3 miliarde km). A fost descoperit de *Herschel* () în 1781, crezând

(¹) *W. 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 Astrofizica.

întâia oară că este o cometă. Urmărind mai mulți ani mișcarea sa, observă că este o planetă cu durata de mișcare în jurul Soarelui de 84 ani. Este de magnitudinea a șaptea și este invizibilă cu ochii liberi. Are diametrul de 4 ori mai mare ca al Pământului (volumul de 64 de ori mai mare).

Durata de rotație în jurul axei sale este de 11 ore, deci turtirea globului este mare. Este singura planetă care se mișcă în sens retrograd în jurul său.

Uran are o atmosferă densă, din care a dispărut amoniacul (care este complet solidificat), iar metanul formând regiuni enorme, până la o mare adâncime, de unde urmează intensi-

tatea bandelor ce se văd pe globul său. Temperatura atmosferei lui Uran este sub -170° .

Saturn are 4 sateliți, care circulă retrograd în jurul planetei.

113. Neptun a fost descoperit de *Le Verrier* în 1846. Depărtarea sa de Soare este 30 (și este aproape 4,5 miliarde km) și apare ca o stea de magnitudinea a opta. Durata sa de mișcare în jurul Soarelui este de 165 ani, orbita fiind aproape circulară. Are diametrul de 4,3

ori mai mare ca al Pământului (volumul de 79 ori mai mare). Cu ajutorul Analizei spectrale s'a arătat că Neptun se învârtește în jurul său în 16 ore. Temperatura sa este aproape -220° . În atmosfera lui Neptun se găsește mai mult metan, iar amoniacul este complet solidificat. Are un singur satelit cu o mișcare retrogradă.

114. Pluton a fost descoperit fotografic în Ianuarie 1930, la Observatorul Lowell (în Flagstaff, Arizona, Statele Unite) după prezicerile astronomului Percival Lowell. Se bănuia de mai bine de un secol

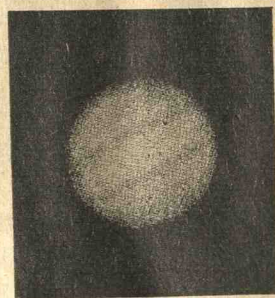


Fig. 124. Uran.

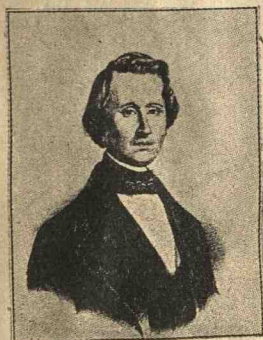


Fig. 125. Le Verrier.

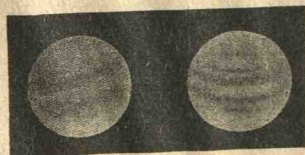


Fig. 126. Aspectul lui Neptun (1919 și 1920).

existența acestei planete transneptuniene. Este de magnitudinea 15-a, la depărtarea 39,5; distanța sa de Soare variază dela 4500 la 7400 milioane km. Descrie în jurul Soarelui o elipsă puțin turtită în 250 ani. Se crede că este la o temperatură foarte scăzută și că este cea mai veche dintre planete.

COMETE. METEORI. METEORIȚI

XVIII. 115. Descrierea geometrică sumară a iperbolei și parabolei. Secțiunile unui con de rotație cu un plan se zic conice. Dacă planul secant nu e paralel cu nici o generatoare a conului

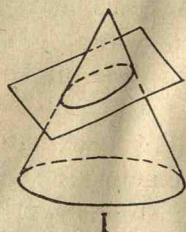


Fig. 127.

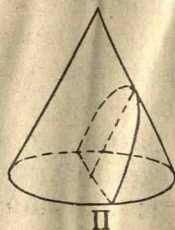


Fig. 128.

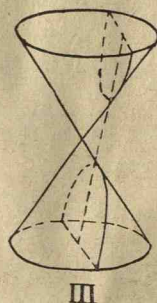


Fig. 129.

și nu taie decât o pânză (Fig. 127), secțiunea este o elipsă; dacă planul secant este paralel cu o generatoare a conului, secțiunea este o *parabolă* (Fig. 128); când planul secant taie cele două pânze ale conului, secțiunea este o *iperbolă* (Fig. 129). Cercul este un caz particular de elipsă cu axa mică egală cu axa mare. Se vede că iperbola și parabola sunt curbe ce au ramuri care merg la infinit.

116. Aspectul și constituția cometelor. Când o cometă a fost văzută sau descoperită cu instrumente puternice departe de Soare, ea apare mai întâi cu o lumină slabă, formată dintr'un nucleu strălucitor, înconjurat de o nebulozitate mai rară, numită *coamă*, a cărei strălucire se micșorează cu cât se depărtează de nucleu. Nucleul și coama formează *capul cometei*. Apoi, cometa apropiindu-se de Soare, nucleul se deformează. Materia care-l constituie este sediul unor perturbări violente datorite

acțiunii Soarelui. În fine apare *coada*, sau mai multe, constituită dintr'un mediu foarte rarefiat, căci stele foarte puțin strălucitoare pot fi văzute prin coada cometei, fără să se micșoreze strălucirea lor.

Nucleul este format din corpuscule solide, unele de dimensiuni mai mari; ele se grupează ca un roi și circulă în jurul Soarelui ca o planetă mică, care poate ajunge la o dimensiune de câteva sute de kilometri. Gaze rarefiate sunt emise de nucleu și formează coama, ale cărei particule sunt respinse departe de către lumina Soarelui. Acest fenomen, care dă loc dezvoltării cozii, explică pentru ce coada are cea mai mare întindere atunci când cometa este cea mai apropiată de Soare. De asemenea și fenomenele electrice intervin la formarea cozilor cometelor.

Spectrul cometelor apare slab luminat și este analog cu al Soarelui, de unde rezultă că strălucirea lor provine de la Soare (emisiunea de electroni de la Soare, sau din acțiunea ionizantă a lumii sale ultra violetă). Nucleul pare să reflecteze lumina solară ca un meteor. Aproape de perigeul orbitei (poziția cea mai apropiată de Soare), cometa pare să emită un spectru continuu care să-i fie propriu.

Spectrele de emisiune relative la fiecare parte a cometei variază în intensitate în raport cu depărtarea sa de Soare, și prezintă chiar deosebiri. Astfel, nucleul emite bande de *carbon*; coama dă bande de *cianogen*. Se observă mai mult cianogen când e mai departe de Soare, și mai mult carbon în apropiere de Soare. Când o cometă se apropie mult de Soare, *sodiul* apare în capul cometei, pe când în regiunile coamei apar numeroase bande subțiri sau răz nedeterminate. În *coada* cometelor spectrul este cu *oxid de carbon* și uneori *azot*.

S'a constatat că încălzind un meteorit într'un tub Geissler, se obține un spectru comparabil cu al cometelor, de unde rezultă că meteoriții provin din dezagregarea cometelor.

117. Orbitale cometelor în jurul Soarelui sunt elipse sau parabole. Unele se mișcă direct, altele în sens retrograd. Cometele își schimbă forma orbitelor lor, când se apropie de o planetă, de ex., de Jupiter, care îi schimbă direcția vitezei. Așa că, pe când înainte orbita era o elipsă mai rotundă, și era posibil ca

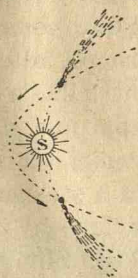


Fig. 130. Mișcarea unei comete și pozițiile succesive ale cozii totdeauna opusă Soarelui.

acea cometă periodică să apară după un timp mai scurt, acum se va mișca pe o elipsă mai lunguiață, adică acea cometă să apară după mai mult timp. Sau, orbita ei să devie o parabolă, și cometa să nu mai revie. 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.

Sunt comete care se învârtesc în jurul Soarelui în trei ani aproape, altele în mii de ani. Dintre cometele periodice, numai pentru 29 s'a observat reîntoarcerea lor. Dar, toate aceste comete reapar mai slab luminate și mai mici, și adesea după mai multe reveniri, ele sfârșesc prin a dispărea în adâncimile Universului, fără a ști sigur cum au apărut în sistemul solar și care este originea lor.

118. Dimensiunile și masele cometelor. Cometele au dimensiuni foarte mari. Astfel, cometa din 1843 avea nucleul și coama mare cât Soarele, iar coada cât distanța dela Pământ la Soare. (Densitatea lor este extrem de mică, de 10.000 ori mai mică decât aceea a aerului). În adevăr, cometa Brooks acoperise în 1886 aproape întreaga suprafață a lui Jupiter. Forma orbitei cometei a fost foarte mult influențată, căci perioada a fost redusă dela 27 ani la 7 ani; dar nici o perturbare n'a fost observată în mișcarea lui Jupiter sau a sateliților săi.



Fig. 131. Cometa Coggia.

119. Comete periodice. Familii de comete. Printre cometele periodice, cele principale sunt următoarele. *Cometa Halley* ⁽¹⁾, observată în 1862 de Halley, are durata de mișcare 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 Mercur și se depărtează mai mult ca Neptun.

⁽¹⁾ *Halley* (1656 — 1742), astronom englez.

Cometa Enke, cu durata de mișcare 3 ani și $\frac{1}{3}$.

Cometa Biela avea o perioadă de 6 ani și $\frac{1}{2}$; s'a descompus 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 meteori. Cometa Biela deci nu mai există, ci numai sfărământurile ei (meteoriți).

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 aceeași orbită și au prezentat aspecte analoage; poate că au făcut parte dintr'o cometă mai mare, care s'a dezagregat sub influența so-



Fig. 132. Cometa Halley în Iunie 1910 (va reveni în 1986).

lară. *Familii* 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 vecine de orbitele acestor diverse planete.

120. **Cometele cele mai însemnate. Comete recente. Comete telescopice.** Istoria a înregistrat câteva comete însemnate, care au înspăimântat oamenii martori ai apariției lor. Intre acestea, sunt următoarele. *Cometa Chéseaux*, văzută în 1744, care avea șase coade, ce se puteau vedea cu ochiul liber în timpul zilei. *Cometa din 1811*, avea coada mai mare ca distanța de la Pământ la Soare. *Cometa din 1843*, 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 solară, 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 astronomii o vor revedea în anul 3808.

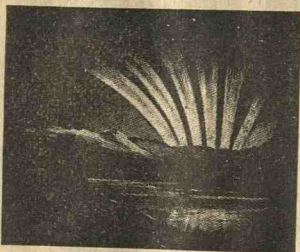


Fig. 133. Cometa Chéseaux.

Alături de cometele ale căror apariții au fost senzaționale, sunt un mare număr de comete telescopice, care se văd numai cu telescopul. Dând telescopului o mișcare egală cu a sferii cerești, cometele apar în câmpul telescopului cu o slabă lucire care se mișcă printre stele, spre deosebire de nebuloase care par fixe față de stele. Pe placa fotografică stelele apar ca puncte luminoase, pe când cometele dau dungii 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. Multe din ele au fost descoperite de astronomii francezi, *Pons* (27) ⁽¹⁾, *Messier* (13), *Giacobini* (20), iar în America de *Brooks* (20), *Barnard* (19), *Perrine* (13).



Fig. 134. Halley
(1656—1742)

XIX. 120. Meteori. Meteorii ⁽²⁾. Se văd apărând uneori pe cer puncte luminoase, care se mișcă repede și încetează după una sau două secunde, lăsând impresia unei linii luminoase. Se mai văd că apar și globuri luminoase mari cât Luna care traversează atmosfera, făcând câte odată explozie, cu sgomote analoage cu tunetul și unele se sfărâmă ajungând pe Pământ.

Se zice *meteorit* o masă solidă care cade din spațiu pe Pământ. *Meteor* este fenomenul luminos produs de meteorit în timpul trecerii prin atmosfera pământescă. Sunt meteori care apar în grupe, pornind din același punct al cerului numit ra-

(1) Fost mai întâi portar la Observatorul din Marseille unde au fost descoperite cele mai multe comete telescopice; apoi, la același Observator, dela 1813, astronom ajutor, iar în 1825 Directorul Observatorului din Florența.

(2) Stelele căzătoare, bolizi, etc., sunt numite științific meteori.

diant; sunt alții care apar întâmplător, fără direcție hotărâtă. Cei dintâi se mișcă pe orbite eliptice (Fig. 135), din care unele coincid cu acelea ale unor comete dispărute și deci aparțin sistemului solar.

Sunt anumite regiuni de unde apar mai mulți meteori, la anumite epoci ale anului, și iau numirea după constelația unde sunt acești radianți. Astfel sunt *Andromedidele* dela 6 Mai, *Perseidele* dela 10 August, *Leonidele* dela 14 Noembrie. Numărul meteorilor fiecărei grupe variază după durata de mișcare în orbita lor. Astfel pentru Leonide este de 33 de ani, iar în 1866, 1899 au apărut ca o adevărată ploaie de meteori⁽¹⁾.

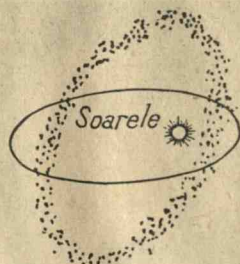


Fig. 135.



Fig. 136. Dedublarea cometei Biela. 1. Văzută în 1846, după Struve; 2. In 1852, după Secchi.

Meteorii luminoși apar cam la 150 km înălțime și dispar la 50 km. Timpul cât se văd este foarte scurt, cel mult 4 sau 5 secunde, de unde rezultă că se mișcă cu viteze enorme dela 70 km la 170 km pe secundă.

Sunt meteori care se văd numai cu telescopul și sunt foarte mulți (cu sutele de mii) ca și cei văzuți cu ochii liberi.

Spectrul meteorilor este un spectru de gaz, unde apar raze de hidrogen. Apariția meteorilor se explică astfel. Materia cosmică cir-

(1) Este legătură între meteori și căldura dela începutul lui Noembrie și frigul din Mai. Astfel, între 10 și 18 Noembrie (Vara Sfântului Martin) când orbita Leonidelor este în apropierea Pământului, atunci Pământul este între Soare și grupa Leonidelor. Ele reflectează pe Pământ căldura provenită dela Soare, și așa se explică creșterea temperaturii la acea epocă. Peste șase luni, pe la mijlocul lui Mai (Sfinții de gheață), grupa Leonidelor este între Pământ și Soare, și contribuie ca un paravan, care oprește căldura dela Soare și face să se răcească temperatura.

culând în jurul Soarelui, și întâlnind atmosfera pământească, atunci hidrogenul care se află în această materie poroasă se



Fig. 137. Marele meteor din Martie 1933. Fotografia D-lui C. M. Brown din revista L'Astronomie.

condensează brusc și o aduce în stare incandescentă (cum funcționează în laboratoare aparatele automate pentru aprinderea gazului de iluminat).

Cu ajutorul Analizei spectrale, după cum și Schiaparelli a afirmat, s'a arătat că meteorii radianți sunt proveniți din dezagregarea cometelor, sub influența de împrăștiere din partea Soarelui în momentul când se apropie cel mai mult de Soare. În adevăr, s'a arătat că orbita *Perseidelor* este identică cu aceea a cometei *Tuttle* (1882); *Leonidele* cu a cometei *Tempel* (1862); *Andromedidele* cu a cometei *Biela*, dispărută în 1852, apărând în 1885 ca ploae de meteorii; a celor din *Dragon* din Oct. 1933 cu a cometei *Giacobini* (descoperită în 1900).



Fig. 138. Dezastrul produs în Siberia de meteoritul din 1908 (Foto Kilik din L'Astronomie)

În afară de curenți cometari, care dau meteori radianți, mai sunt *curenți interstelari de meteori* în interiorul Galaxiei, ca cel observat că vine din direcția constelației Taurul, nu departe de Pleiade. Este chiar legătura între acești curenți și norii absorbânți din Galaxie. Schimbarea luminii stelelor de absorbție interstelară, probează că norii absorbânți trebuie să conțină particule care să producă această schimbare de culoare.

Meteorii sunt sau metalici (sideriți), sau de origine pietroasă (aeroliți). Meteorii metalici conțin mai mult fer și mai puțin nichel și crom; cei de origine pietroasă au o compoziție analogă cu aceea a lavei vulcanilor, cu mici cantități de fer. În aceste pietre meteorice se găsesc aceleași corpuri simple ca și pe Pământ; însă nimic asemănător cu materialele terenurilor pământeste stratificate, adică mici roci, mici calcare, care să reamintească acțiunea apelor oceanelor, sau a vieții.

De cele mai multe ori meteorii cad izolați; dar au fost cazuri când au apărut (în 1908) ca o adevărată ploaie de petre; la Laigle (Franța) pe o lungime de 11 km, pietrele căzute cântărind unele mai mult de 10 kg. Sunt și meteorii de mii de kg; Peary, exploratorul polului nord a găsit în Groenlanda unul în greutate de 36 tone.

Printre meteorii cei mai interesați, este cel din Mai 1908 în Siberia centrală, care a devastat un teren de 60 km. diametru, și s'au auzit sgomote la mai mult de 1000 km. depărtare. Cel din 1914 a avut o mărime care întrecea pe a Lunei, a traversat Franța de la est la vest, a strălucit de trei ori dealungul acestui drum, iar sgomotul s'a auzit pe o întindere mai mult de 200 km. de la



Fig. 139. Scufundarea terenului de meteoritul căzut în Arizona (Fotografie Baldet, Astronomie).

punctele de explozie. Cel mai nou, în Martie 1933, un meteor strălucitor a traversat sudul Statelor Unite dela est la vest. Meteorul a descris o traectorie sinuasă, s'a divizat în două părți înconjurate de o mare atmosferă gazoasă extrem de luminoasă, de aproape 10 km diametru. Se afla la o înălțime de 40 km și se deplasa cu 30 km, pe secundă și a lăsat o dără de 300 km lungime și 5 km lățime, care a rămas luminoasă timp de o oră și jumătate, când au căzut și mici fragmente pietroase. Cel mai mare meteorit este cel căzut acum 5.000 de ani în apropiere de Winslow în Arizona (Statele Unite), care în căderea lui a scufundat pământul mai mult de 300 metri adâncime, pe o întindere circulară de un diametru de 1,5 km. O societate minieră a început în 1920 exploatarea acestui meteorit, evaluat în greutate de 10 milioane tone, din care s'ar putea scoate nouă părți fier, șase părți nichel și restul cobalt, cupru, platină, iridiu.

FORMAREA SISTEMULUI SOLAR.

122. Planetele cu sateliții lor cometele, formează sistemul solar. Soarele este una dintre miliardele de stele ale Galaxiei, așezat la depărtarea două treimi dela centrul ei. Soarele văzut din cea mai apropiată stea, ar părea ca o stea de întâia magnitudine. Dar planetele, chiar Jupiter, privite cu instrumente puternice, n'ar fi văzute chiar din cea mai apropiată stea. De aceea este greu de dovedit părerea unora că ar mai fi în Univers alte sisteme analoage cu cel solar.



Fig. 140. C. Flammarion (1842—1925). Fondatorul Societății Astronomice din Franța.

Explicarea formării planetelor după *Jeans* (astronom englez) este următoarea: Intr'un timp foarte îndepărtat, de miliarde de ani, o stea s'a apropiat de Soare, și a exercitat asupra lui o atracție excepțional de mare. Marea produsă depășind limita stabilității, o parte de materie s'a detașat din Soare, și la rândul ei s'ar fi divizat apoi pentru a da naștere planetelor, care din cauze analoage, sub efectul atracției Soarelui și a acelei stele care a turburat masa Soarelui, a dat la rândul lor naștere sateliților. Tot așa s'a explicat că planele orbitelor (drumurilor descrise) planetelor și ale sateliților pot să nu coincidă cu ecuatorul solar.

Să considerăm una din părți ieșită din păturile exterioare ale Soarelui și așezată la oarecare distanță. Aceste pături au mai mult hidrogen, apoi urmează heliu, oxigen și carbon; apoi vin azot, siliciu și metale. Pentru ca o masă din aceste gaze să poată să-și ție echilibrul prin propria sa gravitație, trebuie să fie mare, ca a planetelor mari. O masă mijlocie nu poate să-și rețină gazele ușoare și iuți și ar da o planetă cum e Pământul, Venus, Marte. O masă foarte mică ar pierde toate gazele sale, și n'ar avea atmosferă, cum sunt Mercur, Luna, meteoriții.

Pentru o planetă mijlocie, atunci când era foarte caldă, ea a pierdut toate gazele sale cum sunt hidrogen, heliu, azot, afară de oxigen intrat în combinație cu siliciu. Condensările de metal topit și lavă s'au strâns în centru formând nucleul, înconjurat de o mare de lavă care începe să se solidifice. Atunci s'au născut vapori, apă și gaz carbonic cu puțin azot și astfel se crede că s'a format atmosfera. Oxigenul liber care figurează pe Pământ se crede că este datorit vieții pământești. Formarea de straturi pe pământ folosește acest oxigen pentru a produce compușii ferului. Și numai vulcanii restituie provizia de oxigen sub formă de gaz carbonic. Pentru Marte, a cărui culoare roșiatică arată pe aceea a compușilor ferului, aceste formări sunt aproape de sfârșit; la aceasta a ajutat și ozonul produs în partea de jos a atmosferei, de radierea solară, care a accelerat oxidarea.

Venus abia acum este înconjurat cu gaz carbonic și suprafața sa este poate încă la o temperatură de fierbere; de aci ar urma lipsa de oxigen, de viață. Vaporii de apă care ar trebui să fie, n'au putut încă a fi descoperiți.

La planetele superioare, hidrogenul care a fost reținut, a schimbat reacțiile chimice. Prin răcire, amestecul de hidrogen și gaz carbonic s'a transformat în metan și apă. De asemenea, amestecul azotului cu hidrogenul ar da amoniac la o temperatură joasă. Așa este pentru Jupiter, o masă profundă cu mult amoniac condensat (lichefiat), deasupra căruia este o atmosferă conținând hidrogen, și mai ales amoniac și metan. Această masă profundă pare înghețată având în vedere temperatura joasă (sub -130°). De asemenea, și nouri din atmosferă pare să fie formați de mici cristale de amoniac înghețat.

Vârsta Pământului este cunoscută din studiul minereurilor radioactive. După proporția de plumb conținută în uraniu, s'a putut afla că *vârsta Pământului este aproape de două miliarde ani.*

Vârsta Soarelui, adică originea sa, ar fi de 3000 de ori mai veche ca a Pământului.

ASTRONOMIE STELARA. NOȚIUNI DE ASTROFIZICA

XX. 123. Paralaxa unei stele. Depărtarea stelelor. Spațiul este aproape gol (vid). Fie E (Fig. 141) o stea, S Soarele și T_1T_2 diametrul orbitei pământești perpendicular pe ES. Unghiul SET_1 sub care s'ar vedea din stea semidiametrul orbitei pământești se zice *paralaxa anuală* a stelei. Dacă se fotografiază re-

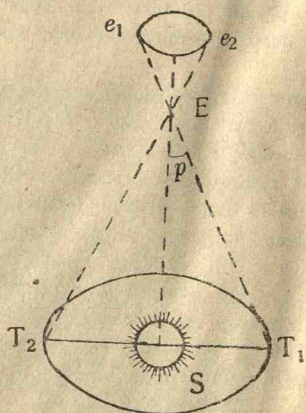


Fig. 141.

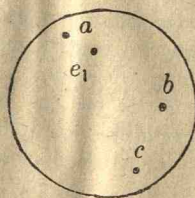


Fig. 142.

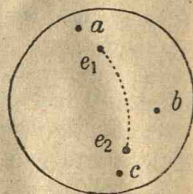


Fig. 143.

giunea cerului unde este steaua E la la epoca T_1 , se obține figura 142, unde E are poziția e_1 în raport cu stelele a, b, c pe care le-am ales dintre acelea ce par nemișcate. Fotografînd aceeași regiune după șase luni, în T_2 , vedem că e_1 a venit în e_2 (Fig. 143), iar stelele a, b, c au rămas în aceeași poziție. Așternem figura 142 peste fig. 143, așa ca a, b, c să coincidă și măsurăm micrometric arcul e_1e_2 , care va reprezenta unghiul T_1ET_2 , îndoitul paralaxei anuale a stelei E. chiar pentru stelele cele mai apropiate, acest unghi este mai mic decât $1''$ (o secundă de arc).

Depărtarea stelelor se calculează cu formula (5, Nr. 62).

$$d = \frac{206265''}{p} r,$$

unde p este paralaxa stelei și r semiaxa mare a orbitei pământeste (depărtarea dela Soare la Pământ). Prima depărtare a fost măsurată de Bessel în 1838 pentru o stea din constelația Lebăda.

Depărtarea stelelor se află cu alte metode, cum vom vedea mai departe. Pentru a ne face idee de depărtările stelelor, să observăm că lumina, care are viteza de 300.000 km pe secundă, face drumul dela Soare la Pământ în 8 minute și 18 secunde, iar dela steaua cea mai apropiată, α Centaur (care strălucește aproape de polul sud), a cărei paralaxă este $0'',76$, lumina vine în 4,3 ani. Depărtările în Astronomie se măsoară cu anul de lumină, care este drumul pe care îl parcurge lumina într'un an, cu 300.000 km pe secundă (aproape 10^{12} km). O altă unitate de măsură a depărtărilor este *parsec*, adică depărtarea care corespunde la o stea cu paralaxa de $1''$ (secundă de arc) și valorează 3,3 ani de lumină.

Sirius cea mai strălucitoare stea este la depărtarea 5 ani de lumină de Soare.; Steaua din Lebăda la 11 ani de lumină. Dela Soare până la această stea s'au găsit mai puțin de 20 stele. Interiorul acestui imens domeniu sferic, cu raza de 11 ani de lumină, este aproape gol. *Spațiul este extrem de vid*, și depărtarea dintre două stele este 5 ani de lumină în mijlociu.

124. Magnitudinea sau strălucirea aparentă a stelelor depinde de strălucirea absolută (reală) a stelei și de depărtarea sa. Magnitudinea unei stele se fixează printr'un număr, care este cu atât mai ridicat cu cât steaua este mai puțin strălucitoare. Când se trece dela o magnitudine la următoarea (de ex., dela întâia la a doua, etc.), raportul strălucirilor aparente este un număr constant, egal aproximativ cu 2,5. Astfel, strălucirea unei stele de magnitudinea întâia este de 2,5 ori mai mare ca strălucirea unei stele de magnitudinea a doua; aceasta este de 2,5 ori mai strălucitoare ca o stea de magnitudinea treia; etc. Pentru stele a căror magnitudine este cuprinsă între a doua și a treia, magnitudinile lor pot fi reprezentate cu numerele 2,1; 2,2; ... 2,9. Steaua *Aldebaran* din constelația *Taurul*

a fost aleasă ca stea de magnitudinea 1. Stele mai strălucitoare ca Aldebaran au magnitudinile reprezentate cu numere negative. Astfel, steaua cea mai strălucitoare aparentă de pe cer *Sirius* are magnitudinea — 1,6, *Canopus* — 0,9, *Procion* 0,5, *Capra* 0,2, *Polara* 2. Catalogul Harvard dă magnitudinile a 45972 stele mai strălucitoare pe cer.

Unele planete mai luminoase au magnitudini negative. Astfel *Jupiter* are magnitudinea aproape — 2; *Venus* între — 3 și — 4; *Luna plină* — 13, *Soarele* — 27.

Dăm depărtările în ani de lumină pentru primele stele de întâia magnitudine în ordine de strălucire descrescătoare, începând cu *Sirius* cea mai strălucitoare.

Stele	ani de lumină	Stele	ani de lumină.
<i>Sirius</i>	8	α <i>Centaur</i>	4
<i>Canopus</i>	195	<i>Vega</i>	25

125. Strălucirea absolută a stelelor. Stelele ne apar cu străluciri diferite, fie din cauza puterii lor luminoase, fie din cauza depărtării. Pentru a defini mărimile luminoase absolute ale stelelor, ar trebui toate aranjate la aceeași depărtare de noi. Se zice *strălucire absolută* a unei stele, strălucirea pe care ar avea-o dacă steaua ar fi situată la unitatea de depărtare de noi, de 33 ani de lumină (10 parsec). Atunci la fiecare stea corespunde o strălucire absolută, adevărata mărime a puterii sale luminoase.

Se știe că raportul dintre strălucirea aparentă (magnitudine) și strălucirea absolută este invers proporțional cu pătratul distanței. Adică, dacă depărtarea se mărește, strălucirea aparentă se micșorează în raport cu pătratul depărtării. Numai atunci putem ști în ce raport stau strălucirile lor absolute, dacă cunoaștem depărtările lor. În adevăr, considerând două stele cu aceeași strălucire aparentă (magnitudine), și dacă știm că una este de 3 ori mai depărtată ca cealaltă, putem deduce că cea mai depărtată stea are strălucirea aparentă de 3^2 , adică de 9 ori mai mare ca a celei mai apropiate. Invers, dacă printr'un mijloc oarecare (care se cunosc) putem ști strălucirile absolute ale stelelor, compararea lor cu strălucirile aparente pe care le observăm, ne dă rapoartele depărtărilor stelelor. De ex., dacă știm că o stea are o strălucire absolută de 16 ori mai mare ca a altei stele, și dacă observăm că au aceeași strălucire aparentă,

putem deduce că steaua cu strălucirea absolută mai mare este de $\sqrt{16}=4$ ori mai depărtată ca cealaltă. În acest mod s'au putut obține depărtările stelelor, comparând strălucirile lor aparente (magnitudinile) cu strălucirile absolute măsurate prin alte mijloace.

Strălucirile absolute ale celor mai multe stele sunt comparabile cu aceea a Soarelui); dar sunt și stele în număr relativ mic, a căror strălucire absolută este de sute de mii de ori mai mare ca aceea a

Soarelui (Steaua Dorado cea mai strălucitoare de 300.000 mai mare ca a Soarelui); și altele de mii de ori mai mici (steaua Wolf de 50.000 ori mai mică decât a Soarelui) ca strălucirea absolută a Soarelui (care este notată cu +5); Strălucirile absolute variază între -5 pentru cele mai strălucitoare și +15.

Un catalog fotometric este al Observatorului Muntele Wilson.

XXI. 126. Clasificarea stelelor după culoare și tip spectral.

Stelele au o culoare fundamentală albă, cu nuanțe de bleu, galben, roșu, rubiniu. Culoarea unei stele depinde de temperatura sa.

Spectrul unei stele este în general un fond continuu multicolor

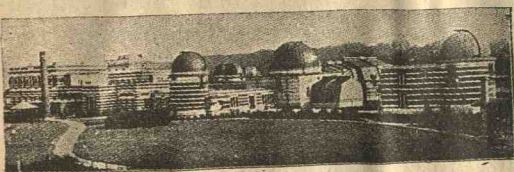


Fig. 145. Observatorul din Bruxelles.

brazdat de raze negre. Sunt și stele (aproape 200) al căror spectru are raze strălucitoare, dar slabe. Prezența în spectrul stelei a unui fond continuu probează că stelele sunt în stare gazoasă sub o mare presiune și temperatură.

În aceste medii gazoase, din cauza presiunii enorme și a temperaturii, sunt aduse în învelișul absorbant toate elementele prezentate în stele.

Razele negre din spectrul stelelor probează că stelele au un înveliș gazos absorbant (analog cu al Soarelui) cu o temperatură și presiune mai mică. Identificarea razelor negre de ab-



Fig. 144. Observatorul din Yerkes (America).

sorbție din spectrul stelelor a permis determinarea compoziției lor.

Astfel s'a dedus că aproape toate corpurile pământești se află și în stele sub formă de vapori.



Fig. 146. A. Eddington.

De asemenea, s'a observat că în stelele mai puțin calde, rămân molecule nedisociate, care pot da spectre moleculare. Acestea sunt *spectre de bande*, care au aspectul unei serii de bande (dungi); fiecare bandă are o margine clară numită muchia bandei, iar cealaltă margine apare degradată.

Temperaturile observate sunt acelea ale învelișurilor stelelor. Către interiorul stelei presiunea și temperatura cre-

ște, și după Eddington temperatura interioară a stelelor este cuprinsă între 10 milioane și 40 de milioane de grade.

Din studiul intensității și al conturului razelor din spectrul stelelor, s'a putut să se deducă temperatura stelei, presiunea electronilor în atmosfera sa, compoziția chimică a acestei atmosfere, câmpul electric de acolo, intensitatea greutateii la suprafață, rotația stelei în jurul său.

Primele clasificări ale spectrelor stelare au fost făcute de *Secchi* (1868), care le-a aranjat în patru clase de stele, în ordinea temperaturii descrescătoare. 1) Stele bleu și albe, ale căror spectre conțin puține raze metalice; 2) Stele galbene de tip solar, ale căror spectre conțin numeroase raze metalice fine; 3) Stele roșu portocaliu, ale căror



Fig. 147. Secchi (1818—1878).

spectre conțin bande degradate către roșu; 4) Stele roșu rubiniu, ale căror spectre conțin bande degradate către violet (1).

O clasificare nouă (Harvard) este următoarea.

Stele O, a căror temperatură poate fi mai mare decât 40.000 grade, și al căror spectru are raze de heliu ionizat. De ex., stele de tipul Wolf-Rayet.

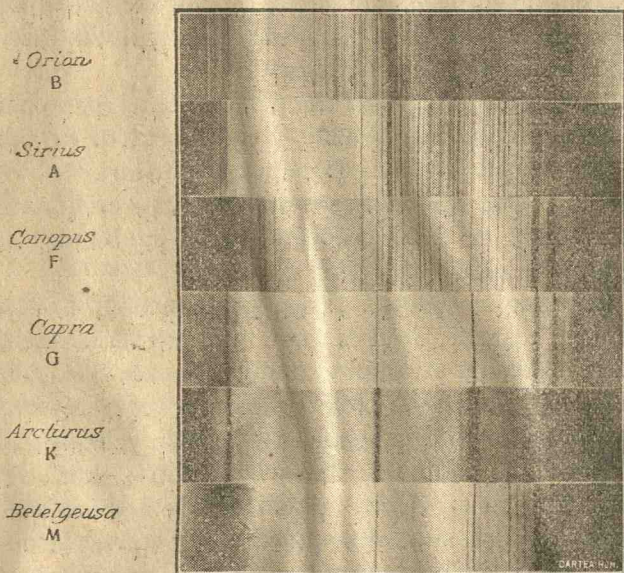


Fig. 148. Spectrele tipurilor de stele. Harvard..

Stele B, sau *stele cu heliu*, de culoare bleu, cu temperatura aproape de 15000 grade, al căror spectru are raze de heliu neutru. De ex., o stea din Orion.

Stele A, sau *stele cu hidrogen*, de culoare albă, cu temperatura aproape de 10000 grade, al căror spectru are raze intense de hidrogen. De ex., Sirius.

(1) S'a observat că magnitudinile nu sunt aceleași pe clișeu, ca cele observate cu ochii liberi. Pe când ochiul este sensibil la galben, placa în violet. Pentru a găsi pe clișeu o impresie analoagă cu cea vizuală, se adaptează la obiectiv un ecran galben. Plăcile fotografice întrebuințate fără ecran alterează magnitudinea stelelor; astfel o stea roșie de magnitudinea a treia cu ochii liberi, apare de magnitudinea a cincea pe clișeu. Diferența se numește *indicele de culoare*. De aceea se găsește numai 3000 stele până la magnitudinea șasea fotografică, pe când cu ochii liberi sunt văzute 6000 până la a șasea magnitudine vizuală.

Stele F, zise *stele cu calciu*, de culoare albă care se apropie de galben, cu temperatura aproape de 8000 grade, al căror spectru are raze de calciu ionizat. De ex., Canopus.

Stele G, zise *stele de tip solar*, de culoare galbenă, cu temperatura aproape 6000 grade, spectrul cu raze de scântee intense metalice. De ex., Soarele, Capra.

Stele K, sau de *tipul petelor solare*, de culoare galbenă roșcată, cu temperatura aproape 4000 grade, spectrul cu raze de arc metalice. De ex., Arcturus (Boarul).

Stele M, sau *stele cu oxid de titan*, de culoare roșie, portocaliu cu temperatura aproape de 3000 grade, spectrul cu bande degradate către roșu. De ex., Betelgeusa (Orion).

Stele N, zise *stele carbonate*, de culoare roșu rubiniu, cu temperatura aproape de 2700 grade, spectrul cu bande degradate către violet. De ex., Cefeu (Pești).

127. Dimensiunile stelelor. Pitice și gigante. S'a observat că printre stelele roșii de tipul M sunt unele cu strălucire absolută foarte mare, altele cu strălucire absolută foarte mică, fără tranziție între ele. Cum aceste stele au aceeași temperatură, trebuie să se deosebească prin dimensiunile lor. Deci, cele cu strălucirea absolută foarte mare sunt de dimensiuni foarte mari, sunt *stele gigante*; iar cele cu strălucire absolută foarte mică sunt de dimensiuni foarte mici, sunt *stele pitice*. Deci, stelele M de culoare roșie, cele mai puțin calde, sunt sau stele gigante, sau pitice, fără să existe o clasă intermediară între ele.

Pentru stelele K se observă aceleași caractere, dar mai puțin pronunțate. Sunt și aci gigante și pitice, dar nu așa de deosebite în dimensiuni ca cele roșii. Gigantele din clasa stelelor roșii sunt mai puțin gigante și mai puțin luminoase ca la cele galbene; piticele mai ales sunt mai puțin pitice.

Aceste deosebiri dintre gigante și pitice se micșor ează mai mult pentru stelele G galbene unde figurează Soarele ca stea pitică ⁽¹⁾. Și așa mai departe pentru celelalte clase, astfel că pentru stelele A și B aceste deosebiri dispar, toate stelele sunt gigante.

(1) Vizitiul este compusă din două stele supragigante, una roșie, alta galbenă. Cea roșie are diametrul de 3000 de ori mai mare ca al Soarelui. Steaua Van Maanen are volumul de 3 milioane ori mai mic de cât al Soarelui. Steaua pitică albă companionul lui Sirius are densitatea de 3.000 de ori mai mare ca a plumbului; pe când o stea gigantică are o densitate de un milion de ori mai mică decât a aerului.

S'a mai observat că există în clasele B și A unele stele supra-gigante. De asemenea, printre stelele A și F sunt unele cu o luminozitate foarte slabă pentru tipul lor spectral. Acestea sunt numite *pitice albe*, cum este companionul lui Sirius de tipul spectral A, cu diametrul de 35 ori mai mic decât al Soarelui. După Eddington se admite că atomii lor sunt foarte comprimați, sunt complet ionizați și sunt reduși la nucleul lor. Aceste pitice albe au evoluat în marginea seriei principale, întocmai ca stelele *Novae*.

XXII. 128. Evoluția stelelor. După Russell se crede că orice

stea s'a format prin condensarea materiei cosmice răspândită în Univers. Steaua nou născută are densitatea extrem de mică, iar ca dimensiune este o stea gigantă. Temperatura ei este puțin ridicată, culoarea sa dominantă este roșie. Atracții interne, datorite gravitației, o fac să se condenseze, reducându-i volumul. Această comprimare o încălzește (cum se încălzește o masă de aer pe care o comprimăm într'o pompă), temperatura sa crește, spectrul său se schimbă. Steaua trece astfel prin clasele spectrale M, K, G, F, A, B, când steaua atinge maximul temperaturii sale. În același timp, pierderea de căldură prin radieră devine din ce în ce mai mare, temperatura începe să se micșoreze, steaua se contractă; gradul său de incandescență slăbește, și steaua revine în sens invers prin clasele speciale prin

care a trecut, steaua a devenit pitică aproape rece, rătăcind în adâncimile Universului. În faza descendenței sale, volumul descrește foarte încet, iar strălucirea stelei scade, pe când în

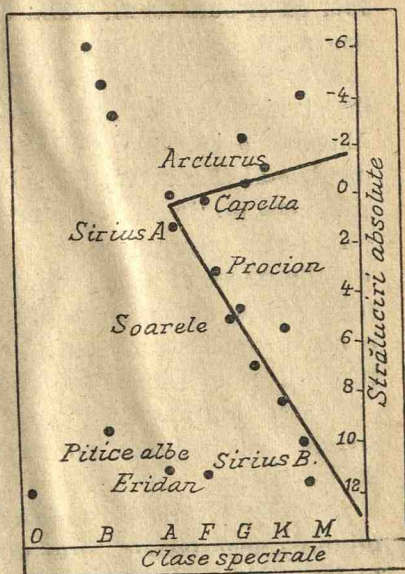


Fig. 149. Diagrama lui Russell asupra evoluției stelelor. Diagrama are forma unui V culcat. Ramura superioară este a gigantelor, cea inferioară este aceea a piticelor. În colțul superior din stânga sunt supragigante; în colțul de jos din stânga sunt pitice albe. În această diagramă se observă și strălucirile absolute ale unor stele.

timpul ascensiunii, volumul stelei gigante descrește iute strălucirea ei variind puțin.

Betelgeusa, gigantă roșie este un nou născut. Arcturus deasemenea, gigant, este puțin mai avansat în evoluția sa. Rigel este în strălucirea tinereții. Pe scara descendentă găsim Sirius, încă strălucitoare și caldă, apoi Procion, Soarele care este o stea pitică spre declin.

Vedem deci pentru ce constatăm prezența simultană de stele roșii de talii diferite; unele gigante la începutul vieții lor, altele pitice la sfârșitul unei lungi existențe făcută din lumină și foc, ca și cum focul, după cum spune D-l Esclançon, ar reprezenta în Univers una din formele supreme ale naturii.

129. Mișcări proprii ale stelelor. Comparând cataloagele vechi de stele cu acelea ale epocii sale, Halley (1718) observă cel dintâi că unele stele, ca Sirius, Arcturus, Adebarran și-au schimbat locul. Mai târziu, W. Herschel în secolul al 18-a a putut măsura și pentru multe alte stele mișcări proprii. Cu ajutorul fotografiei, s'au putut afla mișcările proprii pentru multe stele, comparând vechile clișee cu cele noi. Viteza mijlocie a stelelor cu mișcări proprii este de 35 km pe secundă. Cea mai mare mișcare proprie o are o mică stea vecină de Soare și care se numește steaua proiectil a lui Barnard (depărtarea ei este 6 ani de lumină).

Soarele împreună cu sistemul solar are o mișcare către *Apex*, stelele din regiunea constelației Hercule, cu viteza aproape 20 km/sec.

130. Stele variable. Cefeide. Observarea lor aplicată la determinarea depărtărilor. Sunt unele *stele zise variable*, a căror strălucire variază și poate fi apreciată de noi.

Unele au variație neregulată, altele sunt periodice cu perioade dela câteva ore până la 400 de zile. Prima stea variabilă a fost Mira Ceti (observată la începutul sec. XVII) cu perioada de 330 zile.

Cauzele variației strălucirii acestor stele variable nu sunt aceleași pentru toate. Pentru unele, cum este Algor, s'a arătat că această stea este dublă, adică este compusă din două stele distincte, de dimensiuni și străluciri diferite, din care una se învârtă în jurul celeilalte. Variația este produsă de cealaltă stea mai puțin luminoasă, care eclipează steaua principală și ascunde o parte din lumina stelei principale, când ajunge să fie între Algor și noi.

Perioada este de 70 de ore. Stelele cu perioada mai mică decât 45 zile formează clasa *Cefeidelor*, după numele stelei din Cefeu, (descoperită la sfârșitul sec. XVIII). Caracteristica generală este că durata de mărire a strălucirii este mai scurtă decât durata de micșorare. Spectrele cefeidelor prezintă caracterele spectrelor stelelor supragigante. Fenomenele observate sunt datorite variației razei stelei, dilatându-se și contractându-se alternativ, întocmai ca un resort (spiral al unui ceasornic) din cauza unor forțe elastice interioare. Maximul de temperatură corespunde la minimum razei. Cefeidele se găsesc și în interiorul Galaxiei și în exterior.

Relativ la perioadele stelelor variabile, Cefeide, Miss Leavitt (1907) a arătat că este o relație între perioadă și strălucirea absolută. Astfel că fiind cunoscută perioada, se poate deduce strălucirea absolută a stelei Cefeide, care apoi comparată cu strălucirea cu care ne apare pe cer, se poate afla depărtarea stelei Cefeide.

Cefeidele fiind în roiuri globulare, în nebuloasele galactice și în nebuloasele spirale exterioare Galaxiei, s'a putut astfel determina depărtările acestora.

131. Determinarea depărtărilor cu metode spectroscopice. S'a observat că raportul dintre intensitățile a două raze, în fiecare spectru de același tip spectral variază dela o stea la alta. Rezultatele sunt reprezentate printr'o curbă (diagramă), astfel că la orice strălucire absolută corespunde o valoare pentru raport și *invers*. Deci studiul spectrului dă raportul și deci și strălucirea absolută, care comparată cu strălucirea aparentă dă depărtarea.

La fel se procedează cu stelele fiecărei clase.

XXIII. 132. Stele noi (novae). Se văd uneori stele care apar deodată, își măresc strălucirea, și-o micșorează apoi, și în fine, dispar sau rămân ca stele cu lumina slabă. Acestea se numesc *stele noi* (sau *novae*). Apariția în 134 (în. Cr.) a făcut pe Hiparch să facă primul catalog de stele (S'a arătat mai târziu că aceasta era o cometă). Cea mai importantă stea nouă a fost văzută de Ticho-Brahe în 1572, în constelația Casiopea, când a apărut cu 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 schimbe locul pe

cer. S'au mai văzut stele noi în timpul războiului în 1918 în constelația Acvila, apoi alta în 1925, iar în 1934 în Hercule. Dar, cu puternice instrumente numărul stelelor noi crește, și zilnic se recunosc stele noi apărute în nebuloasele spirale.

În 1885 în nebuloasa Andromeda a apărut o stea nouă de o strălucire absolută neobișnuită; acestea se numesc *Supernovae* (cum poate era steaua din 1572, studiată de Ticho-Brahe).

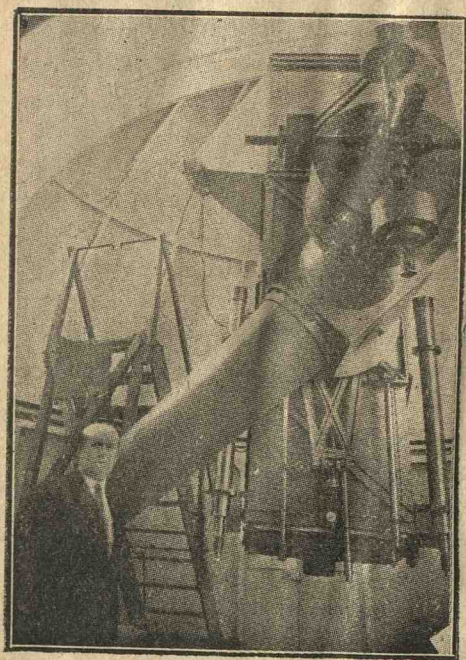


Fig. 159. Telescopul de 0,80 m al Stațiunii de Astrofizică a Observatorului din Paris, la Forcalquier (Basses-Alpes). În primul rând, d-l de Kerolyr.

Apariția unei stele noi este un fenomen de natură internă a stelei, și stadiul acesta face parte din *evoluția normală* a unei stele. Echilibrul dintre gravitație și presiunea de radiație a stelei a devenit nestabil la o epocă a evoluției sale. În urma prăbușirii păturilor exterioare către centru, s'au schimbat brusc forțele interioare, ridicând extraordinar temperatura și răspândind valuri de lumină. Și astfel steaua care înainte era din seria principală, după ce a pierdut prin radieră o masă de gaz, devine o *pitică albă* (după *Milne*, 1930).

În timpul perioadei de creștere a luminii, spectrul stelei noi este de tipul stelelor A (cum este Vega) și *spectrul nu se schimbă în*

timpul acestei perioade. Deci creșterea luminii este datorită dezvoltării în mărime a diametrului stelei. Deplasarea razelor negre din spectru către violet arată această (umflare) mărime a stelei, care ar fi de la 100 până la 500 km pe secundă ⁽¹⁾. Imediat după maximul de dezvoltare, apar în spectru bande stră-

⁽¹⁾ Pusă în evidență cu principiul lui *Doppler-Fizeau* (1848) și anume dacă un corp luminos se apropie sau se depărtează, razele spectrului deviază către violet sau către roșu.

incitoare de emisiune, apoi spectrul evoluează către cel al stelelor B. După câțva timp apar în spectru bande care caracterizează stele mai calde sau mai ionizate (stele Wolf-Rayet). Apoi o nebulozitate înconjură adesea steaua, analogă unei nebuloase planetare (inelare).

Evoluția unei stele nouă, poate să se prezinte și sub alte forme. Astfel, recenta stea nouă din Hercule (1934), a avut mai multe epoci de dezvoltare a strălucirii sale. Mai mult, ea s'a descompus în două în timpul exploziei și apare acum ca o stea dublă (1935). În fine, alte stele noi par să fie recidive și poate periodice.

Razele de calcu interstelar permit acum de a afla depărtările stelelor noi. Astfel, pentru cea nouă din Hercule, depărtarea sa este 1200 ani de lumină. Steaua era la început de cinci ori mai puțin puternică ca Soarele, iar la maximum ei a devenit de 30.000 de ori mai luminoasă.

132. Stele duble și multiple. S'au observat grupe de stele care au relații între ele. Astfel, sunt stelele duble (¹), compuse din câte două stele, atrăgându-se reciproc, supunându-se legii atracției universale și descriind orbite (elipse), cărora li s'a putut determina elementele în multe cazuri. Numărul stelelor duble este mare și după *Jeans*, din două stele, una este dublă.

Stele duble (binare) vizuale. Timpurile în care descriu orbitele lor variază între 6 ani (cea din constelația Calul mic) și 346 ani (din Casiopea). Depărtările aparente ale celor două componente care formează steaua dublă sunt mici și numai pentru cea din α Centaur este 17". Stele duble vizuale mai sunt α Pegaz, α Gemeni, Sirius al cărui companion este de 11.000 de ori mai puțin luminos.

Stele duble (binare) spectroscopice sunt formate din două stele foarte apropiate, care n'au putut fi descoperite cu instrumentele actuale. Dar în 1889 Pickering observă pe spectrul lui Mizar din Ursa Mare o dublare a razelor la intervale de 20 zile, care a probat că era o stea dublă. Cu spectroscopul s'a pus în evidență vitezele radiale și diferite ale celor două componente, căci pentru una care se apropia de noi, razele spectrului erau deviate către violet, iar pentru cealaltă, care se depărta de noi, razele erau deviate către roșu. Stelele duble spectroscopice sunt dintre stelele O și B (gigante).

Numărul acestor stele duble spectroscopice a crescut la 1000. Unele componente ale stelelor duble vizuale sunt ele însăși duble

(¹) Arabii au semnalat pe *Mizar-Alcor* (Ursa mare). Către 1780 *Herschel* întreprinse un studiu sistematic al stelelor duble, și extinse și la stele legea gravitației universale descoperită de Newton.

spectroscopice. Perioadele stelelor duble spectroscopice variază între 8 ore și 100 zile.

Stele duble (binare) fotometrice (cu eclipse). O stea de acest fel este Algol din Perseu, care a fost recunoscută ca variabilă din 1640 și ca periodică în 1782 cu perioada de 70 de ore. Pentru aceasta, numai un spectru e vizibil, și se constată o oscilație a razelor spectrale în jurul unei poziții mijlocii. Variația este produsă de cealaltă stea mai puțin luminoasă, care eclipsează steaua principală și ascunde o parte din lumina ei; când, urmându-și drumul în orbită, ajunge să fie între Algol și noi. Pentru aceste stele duble cu eclipse, orbita lor este pentru noi într'un plan de profil (perpendicular pe figura noastră).

Stelele duble provin din diviziunea unei stele simple la o perioadă puțin avansată a evoluției sale.

S'au făcut cataloage pentru fiecare din aceste categorii de stele duble.

Stele multiple. În afară de stele duble, există grupe de mai multe stele, numite stele multiple, ce au relații între ele. Aproape 10% din stele duble (binare) sunt multiple. Adesea una din componentele unei stele duble vizuale, cum este Mizar-Alcor, este o binară spectroscopică (Mizar). În general, toate stelele triple pe care le cunoaștem apar ca o stea dublă vizuală, al cărei un element este o stea dublă spectroscopică. De asemenea, o stea cuadruplă apare ca o stea dublă vizuală, ale cărei cele două componente sunt stele duble spectroscopice. De ex., Polara este o cuadruplă. Se cunosc și câteva formate din câte 6 elemente, cum este Castor, o stea din Orion.

XXIV. 134. Roiuri de stele, sunt grupe formate din mai multe stele. Unele, numite *roiuri deschise* sunt mici îngrămădiri stelare compuse din stele nu prea îndesate, cum este roiul *Pleiadele*. Văzut cu ochi liberi, pare compus din 7 stele; cu ajutorul telescopului, se vede că are mai mult de 600 stele, cu magnitudinile cuprinse între a treia și a 14-a. Mișcările proprii ale acestor stele au toate aceeași direcție, ceea ce indică originea lor comună. Tot roiuri deschise sunt cele din constelațiile *Gemenii*, *Racul*, roiul dublu din *Perseu* care se vede compus din două roiuri.

Unele roiuri, sau nori stelari 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 foarte mari. Astfel sunt *roiurile globulare*, de formă rotundă, care au stelele din ce în ce mai îndesate cu cât ne apropiem de centrul roiului, încât 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 magnitudine; clișeele fotografice au arătat 6400 stele distincte. Stelele variabile cefeide, ce se află în acest roi, au permis a calcula depărtarea sa de 21.000 ani de lumină. Roiul *Toucan*, situat la o depărtare aproape 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 *Shapley* la o depărtare de 220.000 ani de lumină, adică de 25.000 ori depărtarea lui *Sirius*.

Roiuri globulare sunt în constelațiile *Căinele de vânătoare*, *Vărsătorul*, *Scorpionul*, *Săgetătorul*, *Șarpele*. Aceste roiuri sunt foarte întinse, diametrul liniar al lor având lungimi până la 500 ani de lumină.

Roiurile globulare sunt așezate simetric față de planul Căii Lactee și formează un vast sistem de formă elipsoidală în Galaxia și are un diametru de 200.000 ani de lumină, cu centrul în constelația Săgetătorul.

135. Nebuloase galactice. Nebuloasele sunt mari întinderi gazoase, și apar ca pete alburii cu forme mai mult sau mai puțin regulate. Unele

au spectrul continuu cu câteva raze negre (de absorpție); acestea sunt nebuloasele extragalactice, care sunt foarte numeroase și sunt exterioare sistemului nostru stelar (Galaxiei).

Alte nebuloase au spectrul cu raze strălucitoare, se numesc *nebuloase gazoase*, sau *galactice* și aparțin Galaxiei. Studiul nebuloaselor a fost făcut întâia oară de *W. Herschel* (1738—1822) care a catalogat mai mult de 2500; azi numărul lor este foarte mare. Nebuloasele gazoase formează două categorii: *nebuloasele inelare* sau *planetare* și *nebuloasele difuze*.

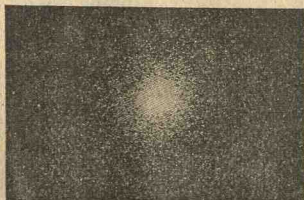


Fig. 151. Roi globular (Hercule, Messier 13).



Fig. 152. W. Herschel

136. Nebuloase inelare sau planetare, cum este cea din Lira, au o formă regulată rotundă, și se cunosc aproape 150.

Cea mai mare parte din aceste nebuloase planetare prezintă o stea centrală de tipul O și se crede că provin dintr'o stea nouă, după ce și-a terminat epoca de strălucire maximă. Lumina ne-



Fig. 153. Nebuloasa gazoasă Orion.
Fotografie G. W. Ritchey.

buloaselor planetare provine dela această stea. Spectrul lor este un fond continuu foarte slab, cu raze strălucitoare de hidrogen și heliu. Mai sunt două raze intense verzi care au fost atribuite unui gaz ipotetic, nebului. De curând s'a arătat (de Bowen în 1927) că provin din oxigen ionizat și azot ionizat (Acestea sunt zise *raze interzise*). Nebuloasele planetare sunt sediul unor mișcări turbulente și indică o rotație a nebuloasei în jurul său. Depărtările lor sunt cuprinse între 300 și 30.000 ani de lumină.

137. Nebuloase difuze. Nebuloase luminoase. Nebuloase obscure. Nebuloasele difuze au forme neregulate. Unele seamănă cu nori, cum este nebuloasa Orion, nebuloasa Trifid (Săgetătorul); altele apar ca o dantelă (din Lebăda). Ele au întinderi foarte mari; astfel nebuloasa Orion (văzută cu ochii liberi) acoperă pe cer o întindere aparentă cât a Lunei, ceea ce corespunde la suprafețe enorme, având în vedere depărtările lor foarte mari.

Ca și pentru nebuloasele planetare, lumina nebuloaselor difuze provine dela stelele asociate. Cu ajutorul acestor stele s'a putut calcula depărtarea nebuloaselor, care pentru Orion este 700 ani de lumină, iar altele la 20.000 ani de lumină.

Spectrul nebuloaselor difuze este analog cu al celor planetare, un fond continuu slab, cu raze strălucitoare de hidrogen, heliu, și cele de oxigen și azot ionizat, în legătură cu steaua care o luminează. Când steaua asociată este de tipul B, sau clasele

următoare, în spectrul nebuloasei apar și razele negre corespunzătoare steii asociate.

Nebuloasele difuze apar sau luminoase sau obscure după puterea luminoasă a stelelor asociate. Nebuloasele luminoase sunt luminate de o stea vecină foarte strălucitoare (cu temperatura



Fig. 154. Nebuloasa gazoasă Trifid (Săgetătorul). Fotografie G. W. Ritchey. Se observă proiectându-se nebulozități obscure pe regiunile luminoase ale nebuloasei.

peste 30.000 grade). Nebuloasele obscure diferă de cele luminoase prin aceea că nu au o stea vecină atât de strălucitoare. Nebuloasele obscure au o putere absorbantă mare, și ascund stelele care sunt îndărătul lor. Ele formează așa ziși *saci de carbon*, cum este în constelația Crucea de Sud.

138. Spațiul interstelar sau galactic dintre stelele Galaxiei, este plin cu o materie cosmică foarte rarefiată, care conține calciu ionizat (Ca^+). Această materie cosmică este întreținută de protuberanțele și radieră stelelor. Ea absoarbe lumina stelelor, o micșorează și apar cu altă culoare.

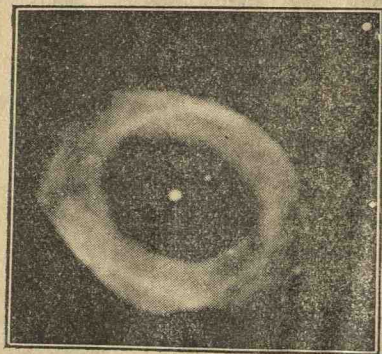


Fig. 155. Nebuloasa planetară din Lira. Fotografie W. Richtey.

Condensările din această materie cosmică au dat nebuloase difuze.

Lumina Soarelui și stelelor, difuzată de acest mediu, face să apară *luminozitatea cerului nocturn*. Spectrul său conține raza oxigenului rarefiat și cea

roșie a oxigenului (a aurorelor polare).

XXV. 139. Galaxia. Universul nostru stelar formează un sistem având forma unei lentile biconvexe (cum arată figura 157), numită *Galaxia*.

Diametrul exterior are o mărime de 100.000 ani de lumină, iar în direcție perpendiculară este mai mic, lumina îl parcurge în 6000 ani de lumină. Centrul este în Săgetătorul, Soarele este la două treimi din rază, plecând dela centru; este deci de două ori mai aproape de marginea discului decât de centru și este la 30.000 ani de lumină.

Galaxia se învârteste ca o roată în jurul său, dar nu ca un corp solid, regiunile centrale cu viteze mai mari decât marginile. Soarele, destul de departe de centru, se rotește cu 300 km pe secundă și se face turul în 250 milioane de ani. Soarele mai are și o mișcare către Apex, constelația Hercule, cu 20 km pe secundă.

Cunoscând viteza de rotație a Galaxiei, i s'a putut găsi masa, care este de 165 miliarde de ori masa Soarelui.

(¹) În 1904, la Postdam, *Hartmann* a examinat steaua dublă Orion, formată dintr'o stea centrală obscură în jurul căreia circulă cu viteză mare un companion strălucitor. A observat că în spectrul ei, unde razele negre sunt slabe și ascileară în jurul poziției mijlocii din cauza mișcării companionului, sunt două raze fixe, de calciu ionizat și sunt datorite mediului gazos din Galaxie.

Shapley a arătat că în regiunea constelației Săgetătorul (cen-

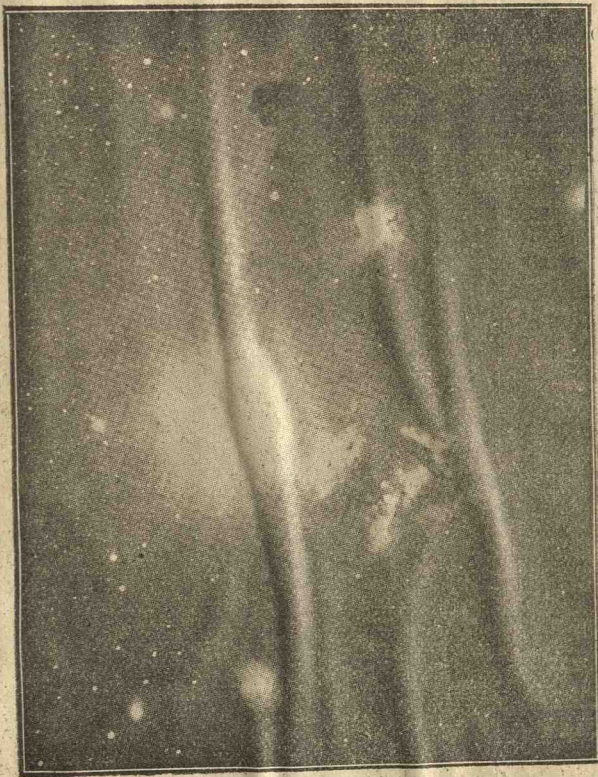


Fig. 156. Nebulozități în vecinătatea lui Orion. Nebuloasa obscură trecând înaintea nebulozităților luminoase. Fotografie *D. Kerolyr* la Stațiunea de Astrofizică a Observatorului din Paris, la Forcalquier.

trul Galaxiei) se concentrează roiuri globulare, grupe de stele mai strălucitoare, nori obscuri foarte condensați, un mare număr



Fig. 157. Secțiunea teoretică a Galaxiei cu un plan perpendicular pe planul galactic, arătând repartiția norilor stelari în jurul nucleului.

de Cefeide, stele noi și gigante. Nebuloasele obscure și luminoase sunt în interiorul Galaxiei.

Hubble a arătat (1933) că se acumulează către centrul Galaxiei o pulbere cosmică, deoparte și de alta a Căii Lactee, for-



Fig. 158. O parte din Calea Lactee. Fotografia Barnard (Muntele Wilson).

mând o pătură groasă. Aceasta oprește de a vedea, pe o întindere de patruzeci de grade, tot ce se găsește în dosul ei.

Galaxia se rărește progresiv fără limită bruscă, astfel că dincolo de 100 mii de ani de lumină se găsesc foarte puține stele. Aceasta ar fi distanța la care se termină sistemul stelar la care aparține Soarele.

140. **Norii lui Magelan** apar pe cerul austral ca pete alburii întocmai ca norii stelari din Galaxia. Acești doi nori ai lui Magelan sunt formați ca și cei galactici din foarte multe stele. Ei sunt exteriori Galaxiei, pe care îi separă un spațiu vid de stele. Acești nori ai lui Magelan conțin stele de tipul O ca și cei galactici, și câteva variabile de clasele K și M, dintre care una *Dorado* este steaua cea mai strălucitoare care este cunoscută. Norii lui Magelan conțin roiuri deschise și globulare de stele, nebuloase gazoase, unele mai strălucitoare ca Orion și sunt legați de Galaxia noastră pe care o acompaniază în spațiu ca un satelit depărtat.

141. **Nebuloase spirale sau extragalactice** sunt exterioare Galaxiei. Apar pe cer mici și slab luminate, dar cea din Andromeda este văzută cu ochii liberi și fotografiile au arătat imagini având 3' lungime. Aceste nebuloase au formă caracteristică de spirale, văzute mai mult sau mai puțin oblic. Unele se văd numai pe o parte. Aceste nebuloase sunt mai numeroase și se cunosc mai mult de un milion. Se observă dealungul axei nebuloasei o bandă obscură de absorbție, analogă cu cea din Calea Lactee. Nebuloasele spirale sunt formate din foarte multe stele.



Fig. 159. Nebuloasa spirală din Triunghiul. Fotografie W. Ritchey.

Spectrul nebuloaselor spirale fiind analog cu al Soarelui, s'a dedus că Galaxia este o nebuloasă spirală. Razele luminoase din spectrul lor probează că ele conțin roiuri globulare și nebuloase gazoase ca și Galaxia. S'a stabilit că ele au o mișcare de rotație ca și Galaxia. De asemenea, au dimensiuni ana-

loage. Astfel, pentru Andromeda sunt două treimi din dimensiunile Galaxiei.

Aceasta este cea mai apropiată și este la un milion de ani de lumină, iar unele sunt la depărtări mai mari de 250 milioane ani de lumină.

Sunt mai mult de un milion de nebuloase spirale, analoage cu Galaxia răspândite în Univers și sunt foarte depărtate între ele. În unele regiuni (în Constelațiile Fecioara, Hercule, Ursa Mare) sunt foarte numeroase și formează roiuri de nebuloase, și astfel avem o idee de structura Universului.



Fig. 160. Nebuloasa spirală Andromeda.

Din cauza devierii către roșu a razelor spectrelor, nebuloasele spirale par că se depărtează între ele și de noi cu viteze enorme, ajungând până la 42.000 km. pe secundă (a șaptea parte din viteza luminii). Aceste viteze sunt cu atât mai mari, cu cât sunt mai depărtate. Bazat pe aceste observații, *Hubble* (de la Observatoriu) de pe Muntele Wilson a găsit o relație cu care poate determina

depărtările nebuloaselor spirale (fără Cefeide).

Totul se petrece deci ca și cum nebuloasele spirale care populează Universul, s'ar depărta de noi și între ele, întocmai cum se depărtează moleculele unui nor de fum care se dilată în aer.

Din aceste rezultate astronomul, belgian *Lemaître* și astronomul englez *Eddington* au emis părerea că Universul n'are o formă staționară, anume că se dilată, dând imaginea unei *expansiuni a Universului*.

După D-l *Esclançon* s'ar putea concepe că tot Universul vizibil este un nor de materie într'un univers mult mai întins și inaccesibil observării noastre; nor în care nu este imposibil ca să fie mișcări generale sau locale, contracțiuni sau dilatări.



Fig. 161. Nebuloasa spirală a Cănilor de vânătoare.
Fotografie W. Ritchey.

142. Ipoteze cosmogonice. S'au încercat să se dea explicații asupra trecutului și a prezice viitorul Universului, adică a forma o teorie cosmogonică. Asupra formării sistemului solar a fost teoria cosmogonică lui *Laplace* (1796). O nebuloasă, având o mișcare de rotație în sens direct, s'a produs o umflătură la ecuator, s'a deslipit și a continuat să se învârtască în același sens în formă de inele. Fiecare inel s'a rupt în părțile unde rămăsese mai puțină materie, și în locul inelului, mai multe mase de diferite mărimi au continuat să circule cu aceeași viteză și în același sens. Cele mai mici au fost atrase de un centru mai mare și astfel a luat naștere o planetă. Aceasta a conti-



Fig. 162. Nebuloasa spirală din Ursa Mare.
Fotografie W. Ritchey.

formarea sistemului solar după astronomul englez *Jeans*.

O ipoteză cosmogonică este a lui *Jeans*. Din timpuri foarte depărtate, în materia gazoasă răspândită în Univers, s'au produs condensări din cauza atracției universale. Fiecare îngrămadire atrăgea către ea materia apropiată și astfel s'au format masse considerabile. Din cauza atracției universale ele au luat formă sferică, iar rotația le-au făcut să se turtească și astfel s'au născut nebuloasele. Dar gazele care se găsesc în interiorul lor se condensează din nou, se formează stelele și

nuat să se miște în jurul nebuloasei centrale, și la rândul ei a dat naștere unei planete secundare, unui satelit. Astfel s'au născut sistemele lui Jupiter, Saturn,... Această teorie nu mai poate fi admisă, de oarece s'a văzut că unii sateliți au mișcări retrograde, durata de mișcare a unui satelit în jurul lui Marte este mai mică decât aceea a rotației planetei în jurul axei sale.

Am văzut (Nr. 122)

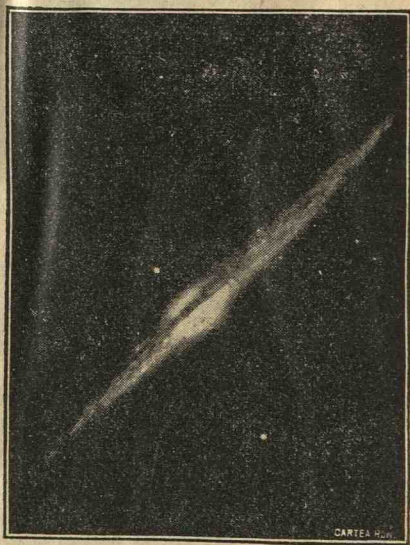


Fig. 163. Spirală văzută din profil (Berenice, Coma). Fotografie W. Ritchey. Bande obscure taie ramurile luminoase dealungul spiralei.

astfel nebuloasele se prefac în cetăți de stele. Stelele își urmează evoluția lor după teoria lui Russell (Nr. 128).

După Dl. *Esclangon* (-), trebuie să admitem că materia, forțele și energiile care întrețin Universul, au un trecut fără limită. Stelele de miliarde de ani de când sunt, răspândesc în spațiu căldură și lumină, adică torente de energie. Dar energia și materia sunt două forme deosebite ale aceleași existențe fizice. Urmează că stelele își perd masa lor prin radierea luminii în spațiu. Astfel că substanța Universului se împrăștie în lumină în toate sensurile în spațiu.

Dar se vede că starea mijlocie a Universului este staționară.

Deci trebuie să fie în Univers o regenerare inversă, adică energia luminoasă să dea naștere materiei pierdută prin împrăștierea luminii. Această regenerare, a cărei sediu ar fi pretutindeni, ar putea chiar să dea naștere razelor cosmice, a căror origine nu este sigură.



Fig. 165. E. Esclangon.



Fig. 164. Laplace.



(1) Directorul Observatoarelor din Paris și Meudon.



TABLA DE MATERIE

Pagina

Prefața — 3

ASTRONOMIE SFERICĂ

- I. *Bolta cerească. Mișcarea diurnă. Stele. Sfera cerească. Verticală. Zenit. Orizontul locului. Mișcarea diurnă. Axa lumii. Poli. Ecuator ceresc. Paraleli cerești. Meridianul locului. Orientarea observatorului. Puncte cardinale. Sensul mișcării diurne.* 5—8
Coordonate cerești. Coordonate orizontale. Azimutul. Distanța zenitală. Determinarea meridianului unui loc.
- II. *Determinarea înălțimii polului. Ecuatorialul. Timp sideral. Ziua siderală.* 8—15
Coordonate orare și ecuatoriale. Cerc orar. Unghiul orar. Ascensiune dreaptă. Declinația. Determinarea ascensiunii drepte. Lunetameridiană. Cercul meridian. Determinarea declinației 15—19
- III. *Constelații. Cataloge de stele. Fotografia cerului. Clasificarea stelelor după strălucire aparentă sau magnitudinene. Constelații. Calea Lactee. Galaxia. Cataloge de stele. Fotografia cerului* 19—28

SISTEMUL SOLAR

Pământul

- IV. *Pământul rotund și izolat în spațiu. Izolarea și probe de rotundimea Pământului.* 29—30
Coordonate geografice. Longitudinea și latitudinea. Sextantul.
- V. *Determinarea longitudinii.* 31—35
 rotația Pământului. Probe experimentale. Existența forței centrifuge. Deviația spre răsărit a unei greutăți în cădere liberă. Pendulul lui Foucault. 36—38
- VI. *Dimensiunile și forma Pământului. Măsura meridianului pământesc. Determinarea razei Pământului. Metru. Turtirea Pământului. Temperatura și rigiditatea Pământului* 39—42
Atmosfera pământescă. Atmosfera. Zorile și Crepusculul. Refracția astronomică 42—44

Soarele

- VII. *Mișcarea aparentă anuală a Soarelui. Ecliptica. Mișcarea aparentă anuală a Soarelui. Ecliptica. Echinocții și solstiții. An tropic. Anotimpuri. Determinarea planului eclipticii. Punctul vernal*

- luat ca origine a ascensiunilor drepte și a timpului sideral.
 Precesia echinocțiilor. Nutația. An sideral. Coordonate ecliptice. Longitudine și latitudine cerească 45— 49
- VIII. *Inegalitatea zilelor și nopților*. Clima anotimpurilor 49— 53
- IX. *Mișcarea Pământului în jurul Soarelui*. Introducere geometrică despre elipsă. Probe de mișcarea Pământului în jurul Soarelui. Paralaxa anuală. Aberația statelor. Forma orbitei descrisă de Pământ în jurul Soarelui. Intâia lege a lui Kepler. Legea ariilor. A doua lege a lui Kepler. 53— 58
- X. *Timpul și măsura lui*. Ziua solară adevărată și mijlocie. Timp mijlociu. Ora legală. Fusuri orare. Durata anului tropic și anului sideral. Calendar. Serbarea Paștelor. Calendarul gregorian 58— 61
- XI. *Paralaxa Soarelui. Depărtarea și mărimea Soarelui* 61— 64
- XII. *Constituția Soarelui*. Structura generală. Rotația Soarelui. Perioditatea petelor. Analiza spectrală. Invelișul absorbant al fotosferii. Constituția Soarelui. Cromosfera. Coroana. Determinarea rotației Soarelui cu spectroscopul. Lumina și temperatura Soarelui. Acțiunile magnetice și electrice ale Soarelui. Aurore polare. Lumina zodiacală. Razele cosmice 65— 74

L u n a

- XIII. *Mișcarea Lunei pe bolta cerească*. Mișcarea Lunei în raport cu stelele. Mișcarea eliptică a Lunei în jurul Pământului. Inegalități în mișcarea Lunei. Mișcarea Lunei în raport cu Soarele. Revoluția sinodică a Lunei. Fazele Lunei și lumina cenușie. Rotația Lunei. Constituția Lunei. 75— 84
- XIV. *Paralaxa și depărtarea Lunei. Mărimea Lunei*. 84— 94
- Eclipse de Lună și de Soare. Ocultații* Eclipse de Lună. Condițiile de posibilitate ale unei eclipse de Lună. Posibilitatea eclipsei totale de Lună. Fazele eclipsei de Lună. Eclipse de Soare. De unde se văd eclipsele de Soare. Fazele unei eclipse de Soare. Observare relativă la numărul eclipselor anuale. Saros. Fenomene ce se pot observa în timpul eclipselor de Soare. Ocultații. 94— 95
- Maree* 94— 95

P l a n e t e l e

- V. *Planete. Sistemul lui Copernic*. Mișcarea aparentă a planetelor. Stațiile și retrogradațiile planetelor. Explicarea stațiilor și retrogradațiilor planetelor inferioare. Explicarea mișcării aparente a planetelor superioare. Fazele planetelor. Galileu. Mișcarea reală a planetelor. Legile lui Kepler. Sateliții planetelor. Sateliții lui Jupiter și descoperirea vitezei luminii. 96—101

- XVI. Descoperirea legii atracției universale. Legea lui Bode. Planeta Uran. Descoperirea planetelor mici. Descoperirea lui Neptun 102—106
Descrierea planetelor. Mercur. Venu .
- XVII. Marte. Planetele mici. Jupiter. Saturn. Uran. Neptun. Pluton 106—114

Comete. Meteori. Meteorii

- XVIII. Descriere geometrică sumară a iperbolei și parabolei. Aspectul și constituția cometelor. Orbitele cometelor. Dimensiunile și masele cometelor. Comete periodice. Familii de comete. Cometele cele mai însemnate. Comete recente. Comete telescopice. 114—118
- XIX. Meteori. Meteorii 118—122
Formarea sistemului solar. Vârsta Pământului și a Soarelui . 122—123

ASTRONOMIA STELARĂ. NOȚIUNI DE ASTROFIZICĂ.

- XX. Paralaxa unei stele. Depărtarea stelelor. Spațiul este aproape gol. Magnitudinea sau strălucirea aparentă a stelelor. Strălucire absolută a stelelor 124—127
- XXI. Clasificarea stelelor după culoare și tip special. Dimensiunile stelelor. Pitice și gigante 127—131
- XXII. Evoluția stelelor. Mișcări proprii ale stelelor. Stele variabile. Cefeide Observarea lor aplicată la determinarea depărtărilor. Determinarea depărtărilor cu metode spectroscopice. 131—133
- XXIII. Stele noi (novae). Stele duble. Stele duble vizuale. Stele duble spectroscopice. Stele duble fotometrice. Stele multiple. . . 133—136
- XXIV. Roiuri de stele. Nebuloase galactice. Nebuloase inelare sau planetare. Nebuloase difuze. Nebuloase luminoase. Nebuloase obscure. Spațiul interstelar sau galactic 136—140
- XXV. Galaxia. Norii lui Magelan. Nebuloase spirale sau extragalactice. Ipoteze cosmogonice 140—147



PRINCIPALELE CONSTELAȚII VIZIBILE ÎN ROMÂNIA

