

și dezmințe născocirile religioase despre deosebirea dintre Pământ și cer. Meteorii — pietre cerești — nu diferă cu nimic de rocile de pe Pământ, n-au nimic nenatural sau extraordinar. Faptul că meteorii sînt de proveniență extrapămîntească a fost arătat just, încă cu un secol și jumătate în urmă de către Chladni, membru corespondent al Academiei de științe din Petersburg.

În ultima vreme, studiul corpurilor meteoritice, folosind metode de radiolocație, a luat o mare dezvoltare.

## SOARELE

§ 39. Soarele. Aspectul său la telescop și rotația lui. Soarele este astrul central din sistemul solar. Masa lui este de 750 de ori mai mare decît masa tuturor planetelor la un loc și de 332 mii de ori mai mare decît masa Pământului. Diametrul său este de 109 ori mai mare decît diametrul Pământului și în interiorul Soarelui ar putea încăpea toată orbita Lunii (vezi fig. 66). Sfera enormă a Soarelui nu apare prea mare (diametrul ei aparent este egal cu  $1/2^\circ$ ), deoarece Soarele se află la o depărtare de aproape 150 000 000 km, adică de 100 și ceva de ori diametrul său.

Soarele este singurul corp ceresc din sistemul solar care are lumină proprie. El este sursă de căldură și lumină pentru toate planetele și este izvorul vieții pe Pământ. Într-adevăr, fără lumina și căldura solară, viața pe Pământ ar fi imposibilă. În afară de aceasta, faptul că Soarele încălzește aerul, încălzește apa și o transformă în vapori, condiționează circuitul apei și al aerului pe Pământ. Rîurile curgătoare, a căror energie este folosită de hidrocentrale, precipitațiile atmosferice și alte fenomene asemănătoare depind de energia solară primită de Pământ. Cea mai mare parte a energiei solare nu este captată de planete și se pierde în spațiul interplanetar. Cărbunii de pământ (resturi carbonizate ale plantelor) constituie de asemenea o acumulare de energie solară păstrată în scoarța Pământului, deoarece plantele carbonizate au folosit energia solară pentru creșterea lor. În prezent se fac tot mai multe încercări de folosire directă a energiei solare, prin acumularea și concentrarea ei. Astfel, de exemplu, concentrînd razele solare cu ajutorul unei

oglinzi concave și îndreptîndu-le spre un cazan cu apă, se poate transforma apa în vapori fierbinți, care pot pune în mișcare mașinile. De asemenea, s-au construit baterii solare, care transformă lumina Soarelui în curent electric.

În § 22 am arătat că în antichitate au apărut mituri despre nașterea și moartea zeului Soarelui și că aceste mituri au fost apoi adoptate de religia creștină. Observațiile cu telescopul și alte metode de cercetare științifică au explicat adevărata natură a Soarelui, care nu prezintă nimic divin.

Pentru a observa Soarele la telescop, este necesar să proiectăm imaginea sa pe un ecran sau să-l privim printr-o sticlă bine afumată: altfel, ochii ar avea de suferit.

Privind Soarele la telescop, se văd adesea pete întunecoase, uneori grupate (fig. 80, 81). După deplasarea lor aparentă pe discul solar, putem să ne convingem că Soarele se rotește în jurul axei sale, însă nu ca un solid rigid: cu cit o regiune a Soarelui este mai depărtată de ecuator, cu atît perioada ei de rotație este mai mare. La ecuatorul Soarelui, durata adevărată (siderală) a unei rotații este de 25 de zile, iar la poli — de aproape 35 de zile. De aceea, Pământul deplasîndu-se pe orbita sa în același sens în care se învîrtește și Soarele, unui observator de pe Pământ perioadele de rotație ale diferitelor zone ale Soarelui i se par mai lungi; perioada ecuatorului de pildă pare de 27 de zile.

Din aceste observații asupra rotației Soarelui s-a tras concluzia că Soarele nu poate fi un corp solid, ci numai lichid sau gazos. Densitatea mijlocie a Soarelui este de  $1,4 \text{ g/cm}^3$ , puțin mai mare decît densitatea apei. Însă, temperatura mare de pe suprafața Soarelui ( $6000^\circ$ ), precum și datele analizei spectrale ne arată că Soarele e format din gaze. Densitatea medie mare a Soarelui se explică prin comprimarea foarte mare a nucleelor gazelor solare, care își păstrează proprietatea gazoasă, deși sînt supuse la astfel de presiuni. Straturile exterioare ale Soarelui sînt mai rarefiate decît atmosfera Pământului, iar în regiunile din centru, densitatea gazelor e de multe ori mai mare decît densitatea apei. Oamenii de știință au stabilit prin calcule teoretice variația densității și temperaturii din interiorul Soarelui, folosind legile din fizică și cunoscînd, pe bază de observații, condițiile de la suprafața Soarelui, masa și volumul lui. Astfel, s-a găsit că, în interiorul Soarelui, temperatura

ajunge la 20 de milioane de grade. Suprafața luminoasă a Soarelui se numește *fotosferă* (de la cuvântul grec *fotos* care înseamnă lumină).

Fotosfera privită prin telescop pare granulată, adică pare a fi formată din grăunțe strălucitoare. Aceste *granule* din

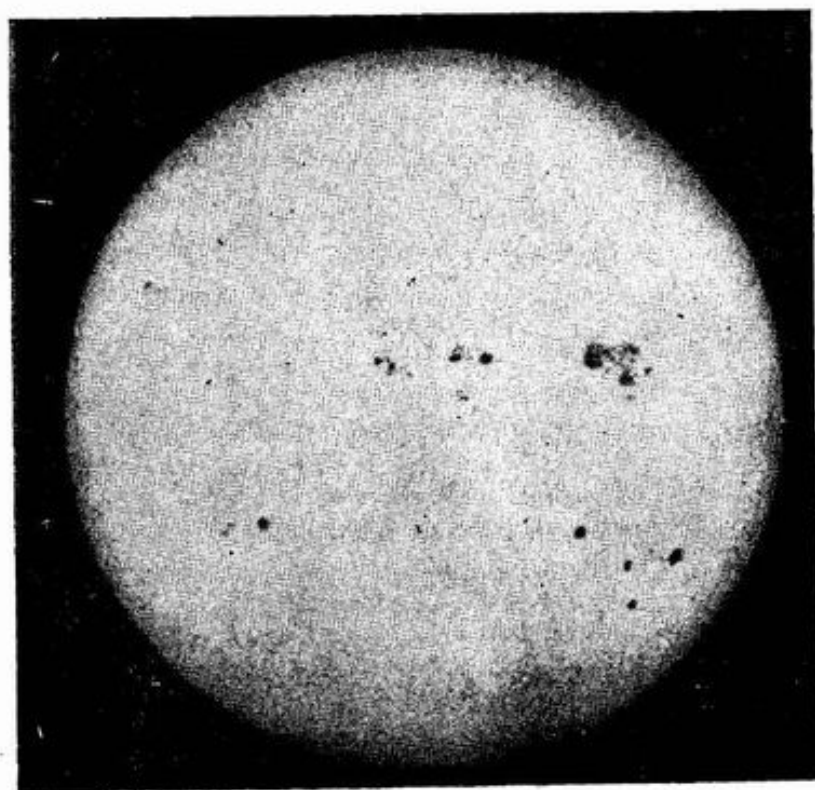


Fig. 80. O fotografie a petelor de pe Soare.

care este formată fotosfera Soarelui nu sînt altceva decît nori de gaze incandescente. Granulele apar și dispar neîncetat. Petele întunecoase sînt regiuni de pe suprafața Soarelui care au o temperatură mai joasă. În preajma petelor pot fi observate deseori pete luminoase, care se numesc *facule*, pentru că seamănă după formă și strălucire cu flacăra unei făclii. Faculele sînt mai vizibile la marginile Soarelui, unde strălucirea fotosferei este mai mică decît la mijlocul discului solar.

§ 40. Atmosfera solară și compoziția chimică a Soarelui. În condiții obișnuite, atmosfera solară nu este vizibilă, fiindcă lumina ei este mai slabă în comparație cu fondul cerului pe care se proiectează. În timpul eclipselor de Soare, Luna acoperă fotosfera strălucitoare, razele solare nu mai

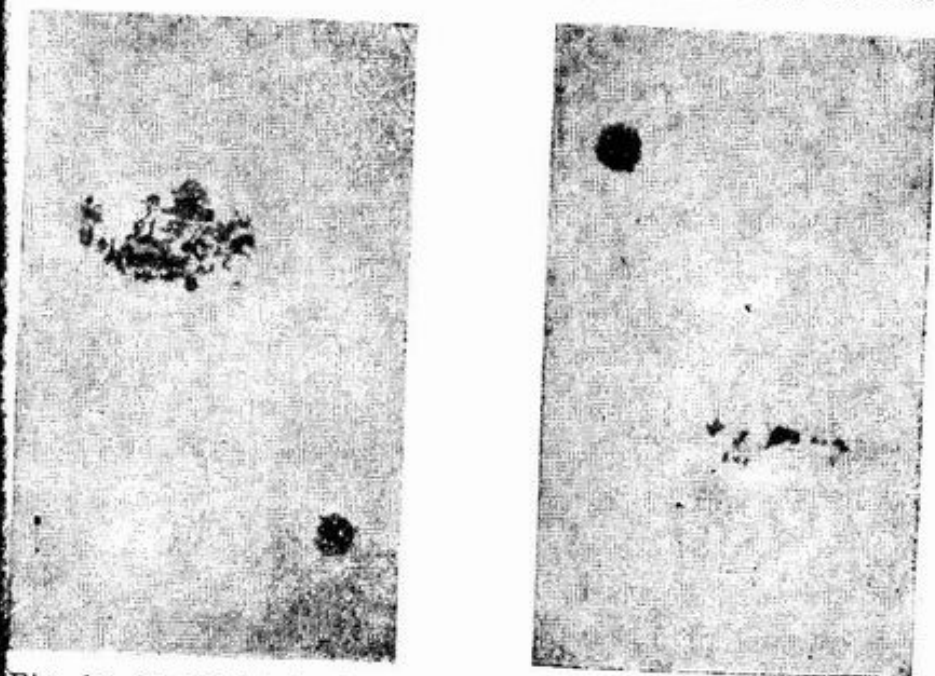


Fig. 81. Modificări în decurs de 24 de ore într-un grup de pete solare. (Cercul negru de sus reprezintă dimensiunile Pământului la aceeași scară)

luminează aerul, fondul cerului se întunecă și atmosfera Soarelui devine vizibilă chiar și cu ochiul liber. În prezent, cu ajutorul unor aparate speciale, atmosfera mai îndepărtată a Soarelui se poate cerceta nu numai în timpul eclipselor de Soare, ci și în alte zile, de pe munți înalți, unde aerul este mai curat, iar cerul este mai întunecos în timpul zilei.

Atmosfera Soarelui este formată din trei straturi. Stratul cel mai apropiat de fotosferă este cel mai dens; el este foarte subțire și se numește *strat inversant*. Următorul strat, mai întins și mai puțin dens, se numește *cromosferă* (în limba greacă *cromos* înseamnă culoare). Cromosfera are o nuanță roșiatică. Al treilea strat, foarte întins și rarefiat, al atmo-



sferei solare se numește *coroana solară*. Ea apare ca o aureolă radială, de nuanța sidelui.

Din cînd în cînd, din cromosferă se ridică nori ca niște fîntîni arteziene de gaze incand



Fig. 82. Variațiile unei protuberanțe.

scențe, numite *protuberanțe* (fig. 82). Gazele protuberanței aruncate în sus, cad după un timp oarecare și, adeseori, în timpul acestei căderi capătă o lumină strălucitoare. Unele protuberanțe ating înălțimi uriașe, mai mari decît raza Soarelui. Stratul inversant și cromosfera se compun din gaze rarefiate mai reci decît fotosfera (temperatura lor este de aproape 5000°). De aceea, cînd lumina emisă de fotosferă străbate cromosfera și stratul inversant, acestea absorb razele de anumite lungimi de undă, ceea ce are drept consecință apariția liniilor întunecate în spectrul solar. La marginea Soarelui, unde dincolo de stratul inversant și cromosferă nu se găsește nici o sursă de lumină care ar da un spectru continuu, observăm spectrul propriu al acestor straturi, care este format din mai multe linii luminoase. Aceste linii luminoase se află în aceleași locuri ale spectrului în care, în alte condiții (cînd se forma spectrul lor pe fondul spectrului continuu), se aflau liniile întunecoase. Liniile întunecate se numesc *liniile lui Fraunhofer*, după numele învățatului german Fraunhofer care le-a descoperit. În spectrul stratului inversant, aceste linii

întunecate se transformă în linii strălucitoare, din care cauză acest strat a primit numirea de *inversant*.

Cromosfera, care e mai rarefiată decît stratul inversant, nu conține toate elementele chimice care intră în componența stratului inversant, ci numai acele elemente care sînt atrase mai ușor în sus, în cursul proceselor ce au loc în Soare. Acestea sînt în primul rînd hidrogenul, heliul și calciul.

Așadar, determinînd compoziția chimică a Soarelui după liniile spectrale ale diferitelor straturi din atmosfera solară sau după liniile întunecate ale spectrului solar, noi aflăm compoziția chimică a atmosferei solare, și nu a interiorului său, deoarece liniile întunecate ale spectrului apar în urma absorbției luminii de către gazele din atmosfera solară. Pînă în prezent au fost descoperite în atmosfera solară aproximativ 2/3 din elementele chimice cunoscute pe Pămînt. Între atomii acestor elemente, mai mult de 80% sînt atomi de hidrogen, aproape 18% — atomi de heliu, iar atomii celorlalte elemente sînt relativ foarte puțini. Elemente chimice care încă n-au fost identificate în Soare se găsesc și pe Pămînt în cantități foarte mici, iar elemente chimice necunoscute în prezent pe Pămînt nu se constată nici în Soare. Toate acestea dovedesc încă o dată unitatea materială a Pămîntului cu celelalte corpuri cerești, precum și caracterul general al legilor fizice și chimice din univers.

În anul 1868 a fost descoperită în spectrul solar o linie galbenă, care pînă atunci nu fusese observată în spectrele elementelor chimice cunoscute pe Pămînt. S-a presupus atunci că ea aparține unui element nou, căruia i s-a dat numele de heliu (în grecește *helios* înseamnă solar). Abia după 30 de ani, heliul a fost descoperit și pe Pămînt.

*Coroana solară* (fig. 83) este compusă din gaze ionizate și din electroni care reflectă lumina solară. Multă vreme spectrul gazelor din părțile interioare ale coroanei n-a putut fi descifrat. Abia recent s-a stabilit că acesta este spectrul unor elemente cunoscute, în special: fier, nichel și calciu, din atomii cărora lipsesc mulți electroni și care radiază lumina în condițiile speciale din coroana solară, deosebite de cele de pe Pămînt.

Descifrarea liniilor spectrale ale heliului și ale coroanei solare este un exemplu de felul în care mai devreme sau

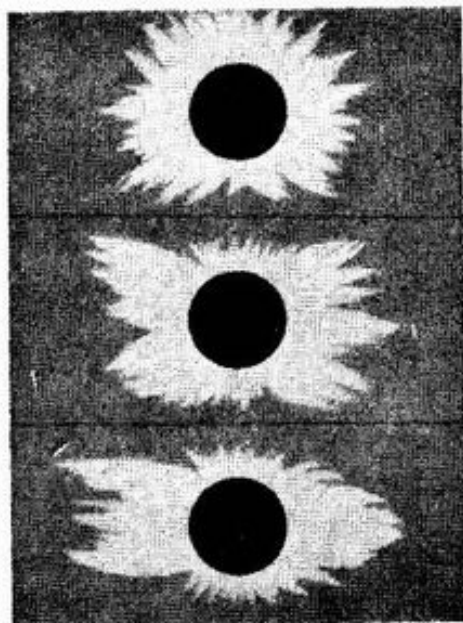


Fig. 83. Coroana solară: 1, cind numărul petelor de pe Soare este mare; 2, în perioada intermediară; 3, cind numărul petelor este mic.

mai tirziu știința explică fenomenele, oricît de enigmatice sau de nerezolvat ar părea ele la început.

Învelișurile solare — fotosfera, stratul inversant și cromosfera (fig. 84) — sînt atît de fierbinți, încît sînt formate numai din *atomii elementelor chimice*. Numai în regiunea petelor solare, unde temperatura coboară pînă la  $4500^{\circ}$ , atomii pot intra în cele mai simple *combinații chimice* — în moleculele biatomice (cianogen, oxid de carbon, oxid de titan etc.). La temperaturi mai înalte, din cauza ciocnirilor dese și puternice, chiar și cele mai simple molecule se descompun în atomi.

În planul orbitei pămîntești, cam pînă la această orbită, Soarele este înconjurat de încă un strat subțire, for-

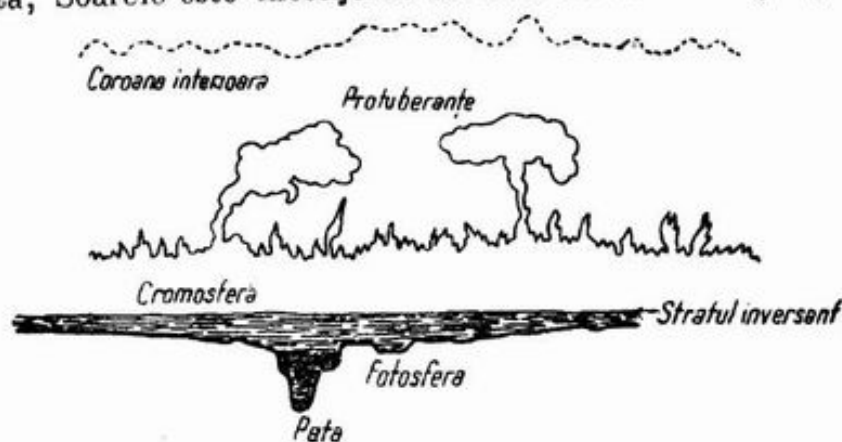


Fig. 84. Structura atmosferei solare (schemă).

mat din corpuscule mici de praf, care reflectă razele solare. Datorită acestui fapt, observăm de pe Pămînt,

după apusul Soarelui sau ceva înainte de răsăritul său, de-a lungul eclipticei, un con lung și luminos, pornit de la Soare, care se numește *lumina zodiacală*. Această lumină este văzută mai bine în țările tropicale, unde ecliptica face un unghi mai mare cu orizontul.

§ 41. **Radiația energiei solare și periodicitatea activității Soarelui.** 1. **Radiațiile Soarelui și constanta solară.** Pe sfera pămîntească ajunge numai o parte extrem de mică a energiei radiate de Soare. Cunoscînd dimensiunile Pămîntului și depărtarea lui de Soare, s-a calculat că această parte este egală cu  $1:2\,000\,000\,000$ . Evaluînd cantitatea energiei solare ce revine Pămîntului, se poate determina și întreaga cantitate de energie radiată de Soare.

*Cantitatea de energie ce o primește de la Soare, timp de un minut, o suprafață cu aria de  $1\text{ cm}^2$ , așezată la limita superioară a atmosferei pămîntești, perpendicular pe direcția razelor solare, în cazul distanței medii de la Pămînt la Soare, se numește constantă solară.* La măsurarea constantei solare se ia în considerare absorbția parțială a radiațiilor solare în atmosfera Pămîntului. După ultimele măsurători, constanta solară este de aproape 2 calorii într-un minut pe  $1\text{ cm}^2$ ; ea se determină prin măsurarea încălzirii apei dintr-un vas special, de culoare neagră, expus un anumit timp razelor solare.

Cunoscînd constanta solară, distanța pînă la Soare și dimensiunile sale, se poate determina temperatura la suprafața Soarelui. Rezultatul obținut în felul acesta este același ca și cel obținut prin alte mijloace. Datele obținute arată că energia radiată de Soare este atît de mare, încît dacă s-ar înconjura Soarele cu un strat de gheață gros de 14 m, căldura radiată de Soare ar topi acest strat în timp de 1 minut.

2. **Activitatea solară și petele solare.** Petele solare apar cel mai des la sud și la nord de ecuatorul solar. După cîteva zile, uneori după cîteva luni, ele dispar. *Petele solare sînt regiuni din fotosferă unde gazele au o temperatură scăzută pînă la  $4500^{\circ}$  și par întunecate numai în contrast cu suprafața înconjurătoare, unde gazele sînt mai calde și de aceea mai strălucitoare.* Aici gazele se găsesc într-o mișcare turbionară lentă, care creează un cîmp magnetic



puternic, intrucit gazele ce se mișcă în interiorul petelor sînt ionizate.

Adesea se văd perechi de pete. S-a stabilit că în aceste perechi, într-o emisferă a Soarelui, în pata din față (socotind în sensul rotației Soarelui) magnetismul este de un fel (de exemplu sudic), iar în cealaltă față — de semn contrar. În perechile de pete situate în cealaltă emisferă, magnetismul este distribuit invers. Astfel se petrec lucrurile timp de aproximativ 11 ani; după aceasta, în ambele emisfere, polii magnetici din aceste perechi de pete își schimbă locurile, trecînd unul în locul celuilalt (polaritatea magnetică a petelor dintr-o grupă se schimbă). De exemplu, dacă în prima pată dintr-o emisferă a Soarelui se găsea polul nord magnetic, el devine polul sud în aceeași emisferă a Soarelui.

În aceeași perioadă de 11 ani se schimbă atît numărul petelor, cît și mărimea suprafeței ocupate de pete; se schimbă și numărul protuberanțelor observate, precum și multe alte fenomene solare, ca, de exemplu, forma coroanei solare. În medie, la fiecare 11 ani, numărul petelor, suprafața ocupată de ele și numărul protuberanțelor trec printr-un maxim; la fel alternează și minimele. Schimbarea polarității magnetice se produce în anul de minim.

Adeseori, petele solare apar în grupuri; ocupînd o suprafață mai mare decît un cerc mare al sferei pămîntești (fig. 81). În apropierea petelor se produce de obicei erupția gazelor fierbinți din interiorul Soarelui. În aceste regiuni de mare activitate a unor puternici curenți de gaze, curenți orizontali și verticali, se produc din cînd în cînd așa-numitele *erupții cromosferice*. Acestea sînt erupții de gaze extrem de fierbinți din interiorul Soarelui, care trimit în spațiu, deci și spre Pămînt, curenți puternici de raze ultraviolete, imperceptibile ochiului nostru, precum și curenți de particule mici, care părăsesc Soarele cu viteză foarte mare.

Razele emise de Soare și particulele care părăsesc Soarele cu viteze mari influențează vizibil unele fenomene pămîntești. Astfel, odată cu intensificarea activității solare se intensifică pe Pămînt și numărul furtunilor magnetice (oscilațiile rapide ale acului magnetic), numărul aurorelor polare, se înrăutățesc recepțiile radiofonice etc.

3. **A u r o r e l e p o l a r e.** Aurorele polare, sub formă de raze sau benzi luminoase — adeseori colorate — în con-

tinuă agitație, sînt văzute uneori noaptea din emisfera nordică, în partea de nord a cerului. Ele sînt vizibile cu atît mai bine și mai frecvent, cu cît observatorul este într-o regiune mai depărtată de ecuator. Cîteodată, ele apar și la latitudinea noastră și chiar în nordul Africii. În emisfera sudică a Pămîntului, aurore polare identice se văd în partea de sud a cerului.

Știința a stabilit, așa cum a prevăzut în mod genial M.V. Lomonosov, că *aurorele polare reprezintă iradiieri de lumină rece, de natură electrică, care au loc în straturile superioare ale atmosferei pămîntești, la înălțimi cuprinse între 80 și 300 km, cu frecvența cea mai mare la circa 100 km.* Fluxul de electroni care vine cu o viteză foarte mare de la Soare — probabil din regiunile faculelor — ajunge în cîmpul magnetic al Pămîntului și se bifurcă în părți ce se îndreaptă spre regiunile polare. Efectuînd o mișcare în formă de spirală în jurul liniilor de cîmp magnetice, electronii pătrund în regiunile superioare — extrem de rarefiate — ale atmosferei și, prin ciocnirea cu particulele ei, provoacă luminiscenta și formarea aurorelor polare, după cum în tuburile de sticlă în care am făcut „vid“ (în realitate, rarefiere) se produc fenomene de luminiscentă, dacă lăsăm să treacă curenți electrici. Radiațiile Soarelui modifică unele proprietăți ale atmosferei și tulbură radiocomunicațiile.

*Soarele și coroana sa emit radiunde.* Intensitatea acestor radiunde variază mult.

Influența variației radiațiilor solare asupra unui șir de fenomene de pe Pămînt este multilaterală, dar deocamdată insuficient studiată.

4. **I m p o r t a n ța s t u d i u l u i S o a r e l u i și o r i g i n e a e n e r g i e i s a l e.** Cele descrise mai sus arată că fenomenele din univers sînt legate unele de altele; ele arată de asemenea că este necesar să studiem Soarele și în scopuri practice — pentru previziunea mai bună a timpului, care are influență mare asupra întregii economii naționale, pentru lupta împotriva paraziților atmosferici, care împiedică recepțiile radiofonice etc. De aceea, în U.R.S.S. s-a organizat studierea științifică pe scară mare a fenomenelor solare și a influenței lor asupra Pămîntului. Aceasta este un exemplu care dovedește importanța practică a astronomiei.

Din păcate, nu cunoaștem încă cauzele multor fenomene solare, în special cauza periodicității activității Soarelui; totuși, de pe acum se poate prevedea câteodată momentul apariției unor fenomene geofizice produse de activitatea solară și se pot da indicații folositoare despre necesitatea schimbărilor ce trebuie făcute în emisiunile de radio pe unde scurte etc.

Lucrările Anului Geofizic Internațional, care au durat de la 1 iulie 1957 până la 31 decembrie 1958 și care au fost prelungite și în cursul anului 1959, au, printre altele, și scopul de a lămuri mai bine modul în care fenomenele solare influențează fenomenele geofizice.<sup>1</sup>

Originea energiei solare și a energiei stelelor o constituie așa-numitele *reacții termonucleare* din interiorul Soarelui și al stelelor. Astfel de reacții sînt posibile numai la temperaturi de zeci de milioane de grade și au ca rezultat transformarea treptată a hidrogenului în heliu, transformare însoțită de o uriașă eliberare de energie. *Rezervele de hidrogen ale Soarelui sînt suficiente pentru multe miliarde de ani* și, de cînd a apărut viața pe Pămînt, Soarele nu și-a micșorat cituși de puțin radiația de energie. De aceea, problema epuizării energiei solare nu are pentru omenire nici o însemnătate practică.

O însemnătate practică mare are o altă problemă, și anume problema utilizării mai din plin a energiei solare care ajunge la Pămînt. În această direcție s-a realizat însă foarte puțin, deși în ultimii ani au fost construite o serie de instalații cu oglinzi mari, care acumulează căldura solară pentru încălzirea apei, de exemplu pentru mașini cu abur, și s-au construit cuptoare pentru topirea metalelor, în care temperatura ajunge pînă la 3000°. De asemenea, sînt construite instalații pentru desărarea apei, uscătorii și alte instalații de acest fel, care folosesc direct energia solară. O perspectivă deosebită o deschide folosirea bateriilor solare cu siliciu la transformarea luminii solare în curent electric.

<sup>1</sup> Unele date mai importante despre A.G.I. sînt date în anexa de la sfîrșitul manualului.

## CAPITOLUL IV STELELE ȘI SISTEMELE DE STELE NATURA FIZICĂ ȘI MIȘCAREA STELELOR

§ 42. **Paralaxa anuală și depărtarea stelelor.** În § 20 s-a explicat ce este paralaxa anuală și cum se determină. Dacă paralaxa anuală a unei stele este determinată prin măsurători precise și minuțioase, atunci distanța  $D$  pînă la stea se găsește cu formula:

$$D = \frac{a}{\sin p},$$

unde  $a$  este raza orbitei pămîntești. Deoarece  $p$  este mic, exprimîndu-l în secunde de arc se poate scrie:

$$D = \frac{a}{p'' \sin 1''}.$$

Dacă  $a$  este luată drept unitate, atunci, știind că

$$\sin 1'' = \frac{1}{206\,265},$$

obținem  $D = \frac{206\,265}{p''}$  unități astronomice.

Depărtările la stele fiind foarte mari, sînt exprimate de obicei în ani lumină sau în parseci.

*Anul lumină este distanța pe care o parcurge raza de lumină în decurs de un an.* Pentru a-l exprima în kilometri, trebuie să înmulțim viteza luminii cu numărul de secunde dintr-un an.

Un parsec este distanța corespunzătoare paralaxei anuale de o secundă de arc; aceasta este distanța de la care segmentul