

A-16558

POPULAARTEADUSLIK
SARI

52

G. Aristov

PÄIKE



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

5

2/18916

A-16558

G. A. ARISTOV

PÄIKE



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1952

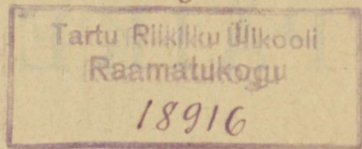
Originaali tiitel:

Г. А. Аристов СОЛНЦЕ

Под редакцией проф. Э. Р. Мустеля
Государственное издательство
Технико-Теоретической Литературы
Москва 1950 Ленинград

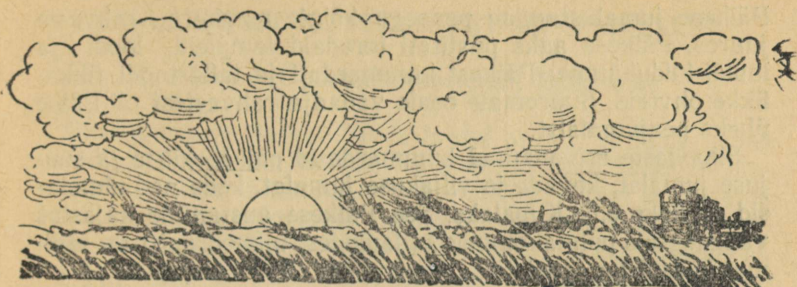
Tõlkinud N. Raudsepp

2



SISUKORD

Sissejuhatus	3
I. Kaasaegsed ettekujutused Päikesest	5
1. Päike kui planeetidesüsteemi keskpunkt	5
2. Päikesevarjutused	9
3. Päikese suurus ja mass	11
4. Päikese temperatuur ja sisemine ehitus	12
5. Päikese pinna ehitus	15
6. Mis toimub Päikese pinnal. Päikese pöörlemine	17
7. Kuidas saadi teada Päikese keemiline koosseis	20
II. Päike tähtede maailmas	24
1. Päike — meie lähim täht	24
2. Päikese liikumine	27
III. Päikese energia allikas	28
1. Kui palju kiirgab Päike soojust ja valgust maailmaruumi	28
2. Mida peeti viimase ajani Päikese energia allikaks	29
3. Päikese energia allikaks on tuumareaktsioonid	31
IV. Päikese tähtsus elule Maal	32
1. Kui palju saab Maa Päikeselt soojust ja valgust	32
2. Päeva ja öö vaheldumine. Aastaaegade vaheldumine	35
3. Päikeselaigud, magnetilised tormid ja raadiosaated	36
4. Virmaliste seos päikeselaikudega	38
5. Päike — vee- ja tuule-energia allikas	39
6. Mitmesugused kütuseliigid on taimede poolt kogutud päikese-energia	41
7. Kollane süsi	44
8. Päikesekiirte kasutamine raviotstarbeks	46
Lõppsõna	46



SISSEJUHATUS

Seal tulistena laineid veerleb
Ja kaldaid pole leida neil,
Seal leegitsevaid iile keerleb
Nii heitlevaina sajandeid.

M. V. Lomonossov

Päikesel on määratu tähtsus kõigile meile, Maa elanikele. Seepärast on inimesed iidsest ajast peale vaadelnud Päikest, püüdes lahendada tema kiirte elustava mõju „saladust“ ja selgitada tema füüsilist olemust ja ehitust.

Möödunud aegadel inimesed ei tundnud mitmesuguste loodusnähtuste tekkimise tõelisi põhjusi, ei osanud kasutada loodusjõude oma huvides. Olles ebausujad ja väärade usundlike kujutelmade võimuses, otsisid nad nende nähtuste seletust religioonis.

Aastast aastasse, põlvest põlve märkasid inimesed, kuidas kevadel päikesekiirte toime loodus järk-järgult elustub, kuidas ojad ja jõed, heites endilt jääkütkeid, just nagu ärkavad talveunest ja hakkavad kivilt kivile voolates lõbusalt kohitama; kuidas maa kattub aasade rohelusega ja silmi hellitava kirju lillevaibaga, kuidas mets kattub leherüüga ja täitub lindude lõbusa lauluga. Samuti märkasid nad ka teisi nähtusi: kuidas sügisel päikesekiirte toime nõrgenemisel loodus nagu sureb, ojad ja jõed ahelduvad jääkattega, rohi närtsib, mets läheb raagu, maa kattub lumekorraga.

Jälgides neid muudatusi looduses, mõistsid juba kaugel mineviku inimesed õigesti seda määratu suurt osa, mida etendab Päike kõigi nende nähtuste tekkimises. Siit pärineb

Päikese jumalustamine peaaegu kõigi maakera rahvaste juures. Päikese auks püstitati toredaid templeid, loodi ja lauldi kiiduhümne; Päikest kummardati ja talle toodi rikkalikke ohvreid. Suuremale osale vanaaja rahvastest oli Päike üheks peajumalaist.

Slaavlaste esivanemad kummardasid päikesekiirte ja soojuse jumalat, kevade ja viljakuse jumalat, keda nad nimetasid Jariloks ehk Kupalaks. See Päikese austamine kajastus vanaaegseis pulmakombeis ja lauludes; mõned neist on säilinud käesoleva ajani.

Kolm ja pool tuhat aastat tagasi laulsid egiptlased Päikesejumala Atoni auks hümnid: „Kui imeilus on sinu tõus silmapiirile, oo igavene Aton! Sa tõused silmapiirile idas, sa täidad oma iluga maailma. Sa oled imeilus, suur, sädelev, kõrgel kogu Maa kohal; sinu kiired embavad kõiki maid, mis sa oled loonud. Sa oled kaugel, aga sinu kiired on Maa peal...“

Vanad kreeklased ja roomlased jumalustasid päikese valgust jumala Apolloni kujus. Foiniiklastel oli jumalaist hirmuäratavaimaks päikesejumal Moolok. Mehhikos elunevad rahvad võtsid Päikese tõusu vastu palvete ja lauluga. Et ülistada ennast ja oma sugu, viisid vanaaja tsaarid, vürstid ja kangelased oma päritolu ühendusse Päikese jumalaga. Hiina keisrid nimetasid endid suurustledes „päikese poegadeks“. „Võimsa Dažd-jumala pojapoegadeks“ kutsutakse vene vürste vanaaegses rahvalaulus „Lugulaul Igori sõjaretkest“.

Päikesest on kirjutatud hulk raamatuid, teaduslikke uurimusi ja mitmesuguseid artikleid. Kuid välja arvatud ainult üksikud erandid on nad arvestatud vaid spetsialistidele — astronoomidele, füüsikutele, geofüüsikutele, isikutele, kes uurivad Päikest, tähti ja Maad ja mitmesuguseid looduses toimuvaid füüsilisi nähtusi.

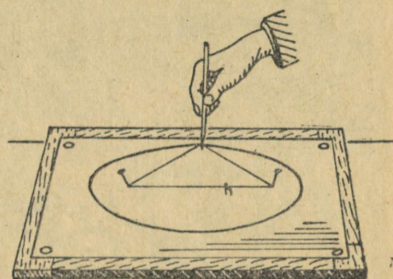
Sealjuures ei ärata Päike huvi mitte ainult teadusnimeste kitsas ringis. Päikese vastu osutavad elavaimat huvi inimesed kõige erinevamate elukutsete ja erialadega. Käesolevas väikeses raamatus jutustatakse lihtsas ning arusaadavas vormis Päikese suurusel ja liikumisest, tema sisemuses ja pinnal toimuvast protsessidest, Päikese energia allikast, päikesekiirte tähtsusest ja nende kasutamise mitmesuguseist meetodeist.

I. KAASAEGSED ETTEKIJUTUSED PÄIKESEST

1. Päike kui planeetidesüsteemi keskpunkt

Peaaegu kahe aastatuhande kestel arvati, et Maa püsib liikumatult maailma keskel, tema ümber aga tiirlevad planeedid ja Päike. Alles nelisada aastat tagasi tegi suur slaavi teadlane Mikolaj Kopernik kindlaks, et päikesesüsteemi keskseks kehaks on Päike. Tema ümber liiguvad kõik planeedid, nende hulgas ka meie Maa. Planeetide liikumise teid ümber

Päikese nimetatakse orbiitideks, mis kujutavad endast kinnisi kõverjooni — ellipseid. Ellipsit on kerge joonestada. Selleks tuleb võtta mitte kuigi pikk niit, siduda tema otsad kokku ja asetada ta ümber kahe nõõpnõela, mis on torgatud tihedalt laual lebavasse paberisse teineteisest sellisele kaugusele, mis on veidi vähem niidi poolest pikkusest. Seejärel tuleb niit tõmmata pliiatsiga pingule ja hoides teda selles asendis vedada pliiatsiga mööda paberilehte. Tekib ellips (joon. 1).



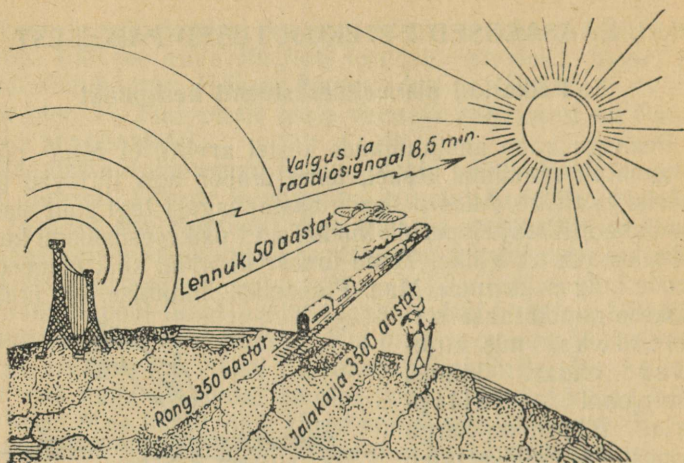
Joon. 1. Kuidas joonestada ellipsit.

Punkte, kuhu on torgatud nõõpnõelad, nimetatakse fookusteks.

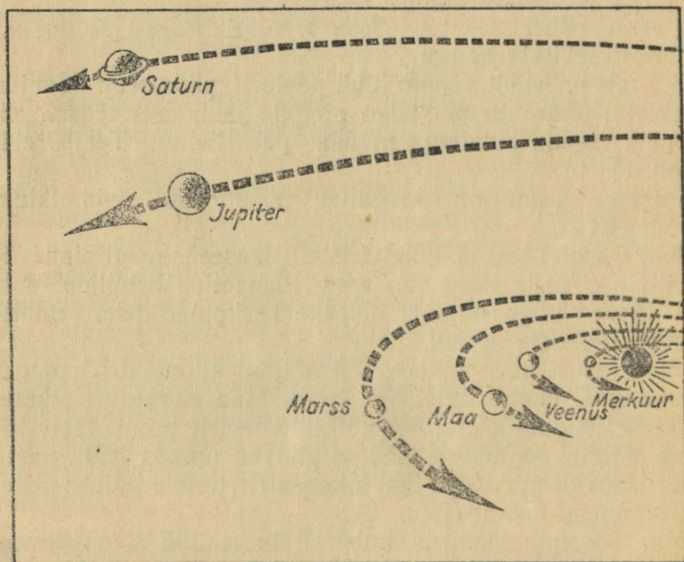
Päike asub Maa ja kõigi teiste päikesesüsteemi planeetide orbiitide ellipsite ühes fookuses. Planeetide orbiitide fookused asuvad väga ligidal ellipsite keskpunktidele, millised asuvad fookuste keskel.

Päike asub meist umbes 150 miljoni kilomeetri kaugusel. See kaugus ületab ligi 3750 korda Maa ekvaatori pikkuse. Et seda kaugust katta, peab 50 kilomeetrit tunnis läbiv kiirrong sõitma peatusteta ööd ja päevad umbes 350 aastat. Isegi lennukil kiirusega 350 kilomeetrit tunnis kuluks selleks viiskümmend aastat (joon. 2).

Maa sooritab täistiiru ümber Päikese $365 \frac{1}{4}$ ööpäevaga. Selle aja jooksul läbib meie planeet maailmaruumis umbes 900 miljoni kilomeetri pikkuse teekonna. Liikudes mööda oma orbiiti ümber Päikese läbib Maa igas sekundis ligi 30



Joon. 2.



Joon. 3. Planeetide liikumisteed (orbiidid) ümber Päikese.



Joon. 4. Komeedi vaatlemine vanal ajal Venemaal.

kilomeetrit. Iga südametukse, iga pulsilöögi kestel meie, Maa elanikud, paikneme maailmaruumis ümber umbes kolmekümne kilomeetri võrra.

Samuti tõestas Kopernik, et Maa pöörleb ka oma telje ümber, sooritades ühe täispöörde 24 tunni jooksul (täpsemalt 23 tunni 56 minuti 4 sekundiga).

Päikese kui keskpunkti ümber tiirleb üheksa suurt pla-

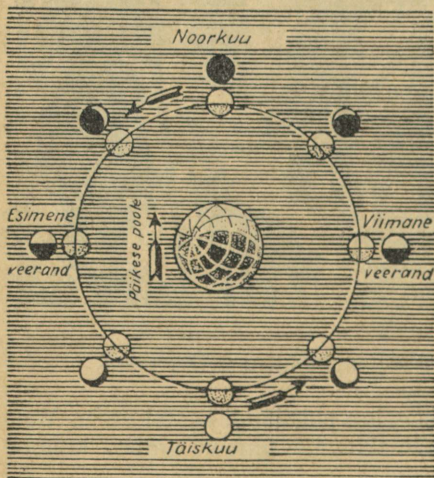
neeti: Merkuur, Veenus, Maa, Marss, Jupiter, Saturn, Uran, Neptuun ja Pluto (joon. 3). Planeetide kaugused Päikesest on mitmesugused. Nii paikneb Merkuur keskmiselt 58, Veenus 108, Marss 228, Jupiter 778, Saturn 1426, Uran 2868, Neptuun 4494 ja Pluto 5917 miljoni kilomeetri kaugusel.

Planeetide liikumise kiirused ja ümber Päikese tiirlemise ajad on samuti mitmesugused ja olenevad neid temast eraldava vahemaa suurusest. Päikesele lähemal asetsevad planeedid tiirlevad suurema kiirusega ja sooritavad oma teekonna tema ümber tunduvalt kiiremini kui need, mis asuvad Päikesest suuremal kaugusel. Päikesele lähim planeet Merkuur sooritab tema ümber ühe tiiru 88 ööpäevaga; Pluto, mis asub Päikesest kõige kaugemal, läbib oma tee peaaegu 249 aastaga.

Marsi ja Jupiteri orbiitide vahel tiirlevad ümber Päikese väikesed planeedid. Neid nimetatakse asteroidideks ehk planetoidideks. Neist enamiku läbimõõt on ainult 15 kuni 75 kilomeetrit. Tuntud asteroididest on väikseim Hermes, tema läbimõõt ei ületa üht kilomeetrit. Suurim meie tuntud asteroididest on Ceres — tema läbimõõt on üle 700

kilomeetri. Käesoleval ajal tuntakse kuni kahte tuhat asteroidi, kuid nende arv on teadlaste arvates palju suurem.

Peale planeetide ja asteroidide tiirlevad ümber Päikese perioodilised komeedid. Need läbivad päikesesüsteemi mitmes suunas. Päikesele lähenemise ajal kujutavad komeedid endast päikesesüsteemi suurimaid kehi. Nende sabade suurusel ajal ületab mõnikord kaks-kolm korda Päikese ja Maa vahemaa. Komeedi mass



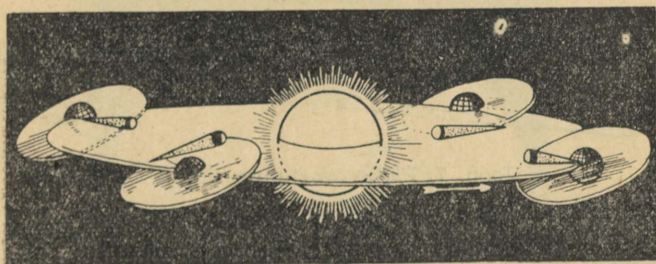
Joon. 5. Kuu faaside vaheldumine. Väljaspool Kuu orbiiti on kujutatud Kuu faasid sellistena, nagu me neid näeme Maalt.

on erakordselt väike ja see on peaaegu täielikult koondunud komeedi pea südamikku. Sabad on aga nii hõredad ja läbi-
paistvad, et läbi nende võib vaadelda tähti.¹

2. Päikesevarjutused

Maa kaaslasteks tema liikumisel ümber Päikese on Kuu. Ta asub Maast 384 000 kilomeetri kaugusel. Kuu on pööratud Maa poole alati ühe ja sellesama küljega.

Kuu ise valgust ei anna. Ta helendab peegeldunud päikesevalgusest. Tingitult Kuu erinevaist asendeist Maa ja Päikese suhtes, on Maa poole pööratud Kuu külj kas täielikult valgustatud (täiskuu) või täiesti valgustamata (noorkuu). Mõni-



Joon. 6. Maa ja Kuu liikumise skeem ümber Päikese.

kord aga võime näha valgustatuna ainult suuremat või vähemat kuuketta osa. Neid nähtusi nimetatakse Kuu faasideks (joon. 5). Ajavahemikku kahe ühesuguse faasi vahel (näiteks kahe noorkuu vahel) nimetatakse Kuu sünoodiliseks perioodiks, mis on 29 ja pool päeva (täpsemalt 29 päeva 12 tundi 44 minutit 2,9 sekundit). Nagu jooniselt näha, läheb Kuu noorkuu ajal läbi Päikese ja Maa vahelt. Teatavil juhtumel ta võib seejuures katta Päikese Maa sellel osal, mis asub Maa ja Päikese keskpunkte ühendava sirge lähedal. Seda nähtust nimetatakse päikesevarjutuseks.

Päikesevarjutus toimub ainult sel juhtumil, kui Kuu läheb

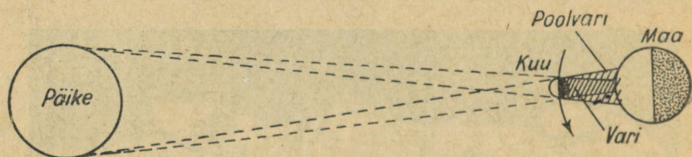
¹ Täpsemalt komeetide kohta vt. seeria «Научно-популярная библиотека» brošüüri: В. В. Федунский и И. С. Астапович, Малые тела Вселенной.

noorkuu ajal läbi Päikese ja Maa vahelt ja asub umbes nende keskpunkte ühendaval sirgel. Kui ta asub sellest joonest kõrgemal või madalamal, ei varja ta Päikest meie eest ja päikesevarjutust ei toimu.

Päikesevarjutused toimuksid igal Kuu tiirul ümber Maa, kui Kuu liikumise tee ühtuks Maa orbiidi tasapinnaga. Kuna aga Kuu orbiidi tasapind on tunduvalt kaldu Maa orbiidi tasapinna suhtes, siis enamasti nõorkuu ajal Kuu ei asu Maa ja Päikese keskpunkte ühendaval sirgel ja päikesevarjutust ei toimu (joon. 6).

Päikesevarjutused on täielikud, osalised ja rõngakujulised.

Täieliku päikesevarjutuse ajal varjab Kuu täielikult Päikese ja maapinnale langeb Kuu vari. Kuna aga Kuu liigub



Joon. 7. Päikesevarjutuse skeem.

oma orbiidil läänest itta ja samas suunas pöörleb ümber oma telje meie Maa, siis maapinnal päikesevarjutuse ajal liigub Kuu vari samuti läänest itta, joonistades nagu lindi, mille laius on kuni 270 kilomeetrit.

Täieliku päikesevarjutuse ajal tekib peaaegu öine pimedus, nii et on näha ka kõige heledamad tähed. Samal ajal võib Kuu poolt varjatud Päikese ümber märgata kitsast roosakat riba ja selle kohal hõbedast sära.

Mõnikord langeb Kuult maapinnale ainult poolvari (joon. 7), mille läbimõõt ulatub kuni seitsme tuhande kilomeetrini. Sellelt kohalt maapinnal võib siis näha kuuketta tagant päikeseketta ülejäänud osa. Sellist varjutust nimetatakse osaliseks.

Täielik varjutus on vaadeldav ühe kuni kolme, harva kaheksa minuti kestel, osalised võivad kesta üks kuni kaks tundi.

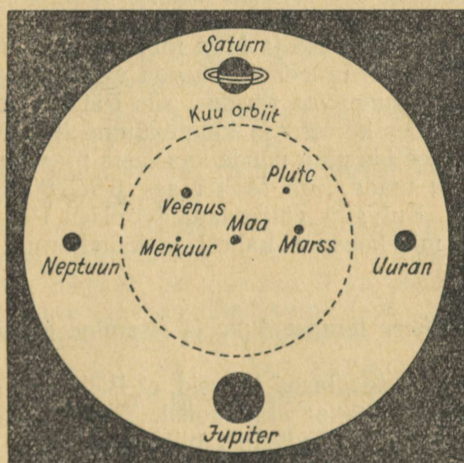
Kui Kuu nõorkuu ajal asub meist kaugemal (ja järelikult näib meile väiksemana oma keskmisest suuruselt) ja sealjuures paikneb täpselt Päikese ja Maa keskpunkte ühendaval sirgjoonel, siis varjutuse ajal ei suuda ta täielikult katta Päi-

kest; kuuketta ümber on siis näha hele päikeserõngas. Selliseid varjutusi nimetataksegi rõngakujulisteks.

Teaduslikus mõttes on kõige huvitavamad täielikud päikesearjutused. Nende arjutuste ajal on võimalik sooritada selliseid Päikese uurimisi, milliseid teistes tingimustes pole võimalik teostada. Seetõttu moodustatakse täielike päikesearjutuste uurimiseks spetsiaalsed teaduslikud ekspeditsioonid.¹

3. Päikese suurus ja mass

Oma suure kauguse tõttu Maast tundub Päike meile väikese kehana. Ta nähtav läbimõõt näib võrduvat 50—70 sentimeetriga. Kui me saaksime mõttes siirduda Päikesest



Joon. 8. Päikese ja planeetide suhtelised suurused. Valge ring kujutab Päikest.

kõige kaugemal asuvale planeedile Plutole ja sealt teda vaadelda, näiks ta meile tavalise, väga heleda tähena. Aga kui meil oleks võimalus näha Päikest temale kõige lähemalt planeedilt Merkuurilt, näiks ta meile tunduvalt suuremana, kui ta näib Maalt vaadelduna.

¹ Uksikasjalisemalt päikesearjutuste kohta vt. seeria «Научно-популярная библиотека» brošüüri: проф. А. А. Михайлов, Солнечные и лунные затмения.

Kui suur on siis Päike tõeliselt?

Päike kujutab endast väga suurt kosmilist keha, mis ületab oma ruumalalt meie Maa miljon kolmsada tuhat korda. Päikese läbimõõt on sada üheksa korda suurem Maa läbimõödust ja võrdub umbes ühe miljoni neljasaja tuhande kilomeetriga. Nagu teada, on Kuu ja Maa vaheline kaugus keskmiselt 384 000 kilomeetrit. Kui kujutella kera, mille raadius võrdub enam kui poolteisekordse (1,75) Maa ja Kuu vahelise kaugusega, saaksimegi Päikese suuruse.

Et näitlikumalt kujutella Päikese ja Maa suhtelist suurust, toome järgmise võrdluse. Pange mahub umbes 130 000 nisutera. Kui kallame hunnikusse 10 pange teri, aga selle kõrvale paneme ühe sellise nisutera, siis hunniku ja üksiku tera ruumala suhe vastabki Päikese ja Maa suuruse suhtele (joon. 8).

Teistsugune on Päikese ja Maa massi suhe. Kuna Päikese keskmine tihedus on umbes neli korda väiksem Maa tihedusest, olles 1,4-kordne vee tihedus, siis Päikese mass ületab Maa massi umbes kolmesaja kolmekümne tuhande kordselt ja kõikide planeetide ning nende kaaslaste massi koos — 750 kordselt. Nagu teada, on Maa mass 5 958 000 000 000 000 000 000 tonni. Kui aga väljendada tonnides Päikese massi, saame arvu, mis koosneb kahest ja kahekümne seitsmest nullist.

4. Päikese temperatuur ja sisemine ehitus

Mõned vanaaja teadlased arvasid, et Päike kujutab endast midagi hõõguva rauakamaka taolist. Teised pooldasid vastupidist seisukohta. Võrdlemisi hiljuti (enne XIX sajandi keskpaika) tõendas tuntud inglise astronoom Herschel, et Päike on külm kerataoline keha, asustatud nagu Maagi ja ümbritsetud kahe pilvekihiga: tulise ja hiilgava välise ja tiheda ning külma sisemisega (välise all asuvaga), mis kaitseb päikesekera palavuse ja heleda valguse eest.

Hiljem levis arvamus, et Päike on tulikuum vedel keha.

Kõik need hüpoteesid (oletused) Päikese ehituse kohta ei oma teaduslikku tähtsust.

Meie kuulus kaasmaalane, suur vene teadlane Mihhail Vassiljevitsš Lomonossov jõudis õigele arusaamisele Päikese füüsilisest olemusest juba XVIII sajandil; ta iseloomustas Päikest kui tulikuuma hõõguvat gaasitaolist keha. Ühes oma luuletustest kirjutas Lomonossov:

Kui surelikud kõrgustesse
Nii kaugele võiks lennata,
Et kaduv silm meil päikesesse
Saaks lähedusest vaadata,
Siis avaneks seal igal pool
Laustule-ookeani vool.
Seal tulistena laineid veerleb
Ja kaldaid pole leida neil,
Seal leegitsevaid iile keerleb
Nii heitlevaina sajandeid.
Seal kivi nagu vesi keeb
Ja kuumi vihmü kohiseb.

Vastavalt nüüdisaegseile teaduslikele andmeile kujutab Päike endast hõõguvat gaasitaolist keha. Temperatuur tema pinnal on umbes 6000 kraadi, sisemuses ulatub see aga kahekümne miljoni kraadini.

Et kujutella, kui kohutavalt kõrge on temperatuur Päikese sisemuses, tarvitseb vaid märkida, et sellise temperatuuriga nööpnõelapea võiks maani maha põletada kõik elava kuni tuhande kilomeetri ulatuses.

Vaatamata oma gaasitaolisele seisundile on ainel Päikese keskosas väga suur tihedus. Ja kuigi Päikese keskmine tihedus, nagu nägime, on väiksem Maa keskmisest tihedusest, ületab tema keskosa tiheduse poolest mitu korda kõiki meile Maal tuntud kõige tihedamaid kehi — ta on 100 korda tihedam veest ja 4 korda tihedam plaatinast.

Millega seletub aine selline suur tihedus Päikese sisemuses?

Et sellele küsimusele vastata, tuleb kas või lühidalt tutvuda aatomi ehitusega. Tavalistes tingimustes, nagu teada, koosnevad kõik kehad aatomitest, mille tuumade ümber tiirlevad elektronid. Tuum kujutab endast aatomi keskosa ja, nagu esmakordselt näitas nõukogude teadlane professor D. D. Ivanenko, koosneb prootonitest ja neutronitest. Prootonid omavad positiivset elektrilaengut, elektronide laeng on sama suur, kuid negatiivne, neutronid aga on laenguta, neutraalsed osakesed. Prooton on massi poolest ligi 1840 korda suurem elektronist, peaaegu sama suurt massi omab ka neutron. Peaaegu kogu aatomi massi sisaldava aatomi tuuma läbimõõt on kümneid ja sadu tuhandeid kordi väiksem kogu aatomi läbimõõdust. Siit võib näha, kuivõrd väike on aatomi elektronkesta tihedus.

Sellise kõrge temperatuuri tingimustes, milline valitseb päikesel, hakkab kaduma aatomite elektronkest. Juba Päikese pinnal, kus temperatuur on 6000 kraadi, puudub mõnedel aatomitel väline elektron. Mis puutub Päikese sisemusse,

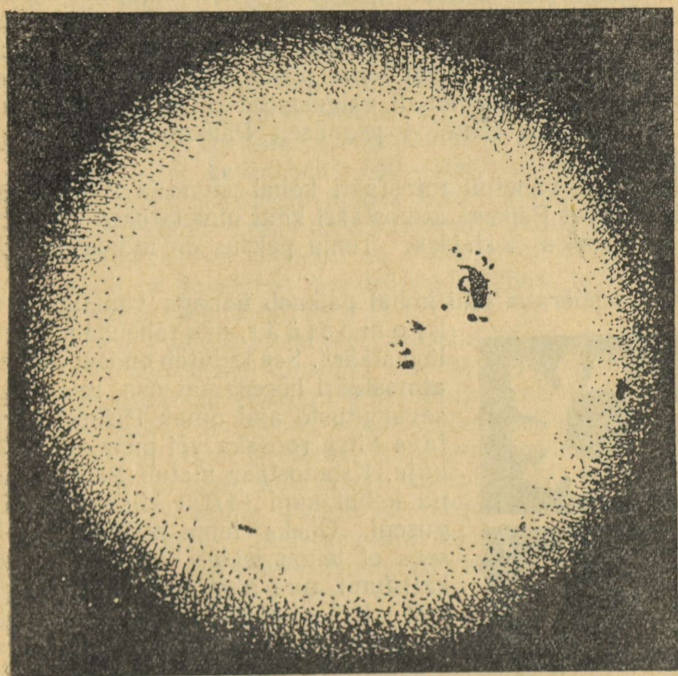


Suur vene teadlane
Mihhail Vassiljevits Lomonossov.

tema keskosasse, kus temperatuur ulatub 20 miljoni kraadini, siis seal peaaegu täielikult puuduvad aatomitel elektronid. Elektronid neis tingimuses ei tiirle aatomituuma ümber, vaid nagu lendlevad korratult aatomirusude vahel. Seega pole siin enam tuumi ümbritsevaid elektronkesti ja kaugused tuumade vahel võivad kujuneda suhteliselt väga väikeseks. Seetõttu võib kogu aine tähtede ja Päikese sisemuses olla väga tugevasti kokku surutud. Sellega seletubki Päikese keskosas esinev suur tihedus.

5. Päikese pinna ehitus

Kui vaatame Päikesele palja silmaga, näib ta meile pea-aegu ühesuguselt heledana kogu oma ulatuses. Mingeid iseärasusi tema pinna ehituses me seejuures ei märka.



Joon. 9. Päikese pinna üldvaade laikudega ja tumenemisega serva suunas.

Tõeliselt pole see nii. Päikesel on paks kest (atmosfäär), mis laiub Päikese pinna kohal igas suunas paljude tuhandete kilomeetrite kaugusele. Seejuures tuleb märkida, et Päikesel ei ole märgata sellist järsku üleminekut pinnalt atmosfäärile, nagu see on Maal, kuna Päike, nagu juba tähendatud, ei kujuta endast mitte kõva, vaid gaasilist kosmilist keha.

Päikese atmosfäär pole oma ehituselt homogeenne, vaid omab rida alajaotusi.

Päikese atmosfääri alumised kihid moodustavad Päikese nähtava pinna ja neid nimetatakse fotosfääriks. Päikese vaatlemisel näemegi tema pinda — fotosfääri; Päikese sügavamatesse kihtidesse ei suuda meie pilk Päikese aine läbipaistmatuse tõttu tungida isegi võimsaimate teleskoopide abil. Fotosfääri temperatuur tõuseb Päikese tsentri suunas. See põhjustab päikeseketta tumenemise tema serva suunas. Vaadeldes Päikest astronoomilise pikksilmaga võib kohe märgata seda ebaühtlust tema pinna valgustuses: päikeseketta servad on nõrgemalt valgustatud kui ta keskosa (joon. 9). Fotosfäärist lähtubki peamiselt Päikese kogu valgusenergia.

Järgmist, vahetult fotosfääri kohal asuvat ja osalt temaga ühte sulavat Päikese atmosfääri kihti nimetatakse ümberpööravaks kihiks. Tema paksus on mõnisada kilomeetrit.

Ümberpöörava kihi kohal paikneb temaga vahetult liituv kromosfäär, mis tähendab „värvi-line sfäär“. See kujutab endast Päikese atmosfääri hõredamat osa, mis päikesevarjutuste ajal omab Päikest ääristatava kitsa roosaka või punaka rõnga kuju. Kromosfäär ulatub Päikese pinna kohal kuni 14 000 kilomeetri kõrguseni. Üheks tema iseärasuseks on see, et temas leidub metalli, nimelt kaltsiumi aure isegi vesinikust kõrgemal. Kromosfäär kujutab endast ala, kus toimuvad gaasitaolise aine küllalt intensiivsed liikumised. Vaatlusel läbi teleskoobi (erilise seadeldisega) on tal põleva rohu kuju.

Kõrgemal kromosfääri kohal laiub Päikese kroon (joon. 10).

Joon. 10. Päikese krooni iseloomulikumad kujud: 1 — päikeselaikude maksimumi ajal; 2 — maksimumi ja miinimumi vahel; 3 — päikeselaikude miinimumi ajal.

Seda moodustist võis varem vaadelda ainult väga lühikeste ajavahemike jooksul — täielike päikesevarjutuste ajal. Krooni vaatlusi (tema pildistamist) teostatakse erilise aparadi, nn. koronograafi abil. Alles 1930. aastast peale, seoses erilise instrumendi (varjutusest sõltumatu koronograafi) ehitamisega, mis seatakse üles

mägedesse, said astronoomid võimaluse teostada Päikese krooni vaatlusi iga selge ilmaga õhu hea läbipaistvuse korral. Sõltuvalt laikude arvust Päikesel (vt. edasi) on krooni kuju mitmesugune.

6. Mis toimub Päikese pinnal. Päikese pöörlemine

Päikese pind on teralise ehitusega, terad (ehk graanulid) eralduvad üldisel foonil oma suurema heledusega. Päikese pinna teralist ehitust nimetatakse granulatsiooniks (joon. 11). Vene õpetlase A. Ganski määrangu järgi on graanuli läbimõõt keskmiselt 700—1000 kilomeetrit. Iga graanul üksikult eksisteerib umbes kolm minutit, siis ta kaob ja tema kohale ilmub uus. Graanulite kadumise ja tekkimise põhjuseks on asjaolu, et Päikese fotosfäär pole homogeenne ja gaasilised moodustised, millest ta koosneb, on lakkamatus liikumises.

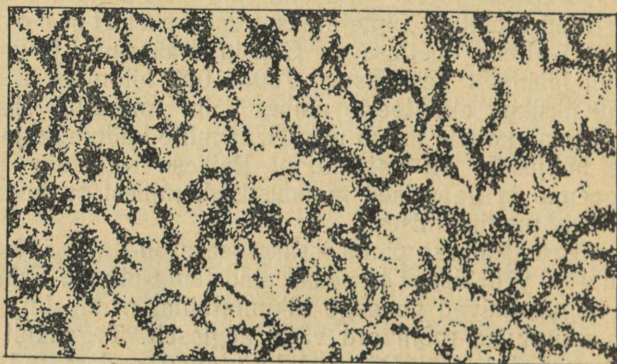
Järgmiseks Päikese pinna iseärasuseks on nn. päikeselaigud — väheldased tumedad alad tema pinnal. Esimesel pilgul laigud näivad peaaegu liikumatuina, nende kuju ja suurus muutuvad mõnikord väga aeglaselt. Tegelikult aga need tumedad laigud Päikesel kujutavad endast määratu suuri hõõguvaid (kuid külmemad kui fotosfäär) moodustisi, milledes aine liikumine toimub kiirusega umbes üks—kaks kilomeetrit sekundis. Astronoomias loetakse sellist kiirust väikeseks. Maal aga tekitab tunduvalt väiksem kiirus (40—50 meetrit sekundis) sellise jõuga orkaani, mis on võimeline majadelt katuseid ära viima.

Päikeselaigud on mõnikord nii suured, et nende läbimõõt ulatub 10 000—200 000 kilomeetrini. Laigud näivad meile üldisel heledamal foonil tumedaina seepärast, et nende temperatuur on madalam ümbritsevast Päikese pinna temperatuurist — umbes 4500 kraadi. Ükski laik või laikude grupp ei ole püsiv moodustis: ühes kohas laigud kaovad, teises ilmuvad uued. Samuti pole laikude arv püsiv, ta kord väheneb, kord suureneb. On tehtud kindlaks, et suurim arv päikeselaike on igal üheteistkümnendal aastal. Laikude moodustumise miinimumi ajal on päevi, kus Päikese pinnal pole laike üldse näha.

Tumedate laikude ja nende päikesekettal ümberpaiknemise (vasakult paremale) vaatlused näitasid, et Päike, ehkki väga aeglaselt, kuid pidevalt pöörleb ümber mingi kujutel-

dava telje. Ühtlasi tegid need vaatlused kindlaks, et Päike ei pöörle kõigis oma osades ühesuguse kiirusega. Nii näiteks osutus pöörlemisaeg ekvaatoril võrdseks 25 ööpäevaga, kuid 40 kraadi laiusel on see umbes 27 ööpäeva. 1613. aastal avaldas esimesena mõtte Päikese pöörlemisest kuulus itaalia õpetlane Galilei, kes vaatles Päikest ja päikeselaike omatehtud teleskoobi abil.

Peale kirjeldatud moodustiste võib Päikese pinnal vahetult näha ka nn. fakleid. Fakleiks nimetatakse heledamaid



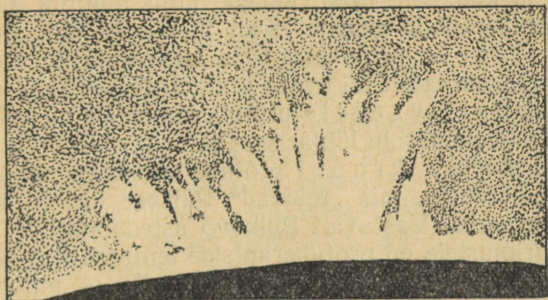
Joon. 11. Päikese pinna granulatsioon (A. Ganski järgi).

gaasitaolisi moodustisi Päikese pinna üldisel foonil. Neid võib näha peamiselt ainult päikeseketta serval. Pulkovo astronoomide määrangu järgi ületab faklite temperatuur ümbritseva fotosfääri temperatuuri 150 kraadi võrra. Faklite ülaosi nimetatakse flokkuliteks; flokkulid helendavad faklite mõjul.

Kõige sagedamini võib näha fakleid ja flokkuleid päikeselaikeude ligidal; tihti võib neid moodustisi näha ka päikeselaikeudest eraldi.

Päikese pinna kohal võib näha määratu suuri kõige mitmesugusema ja kummalisema kujuga tulipunaseid väljaulatuvaid moodustisi. Need moodustised, nn. protuberantsid, tõusevad mõnikord kuni kahe miljoni kilomeetri kõrgusele. Nad koosnevad hõõguv-helendavast ainest. Selle aine liikumise kiirus ulatub vahel kuni 400 kilomeetrini sekundis.

Välise kuju, liikumise ja teiste omaduste järgi jaotatakse



1



2



3

Joon. 12. Protuberantside kõige iseloomulikumad vormid: 1 — rahulikud, 2 — aktiivsed, 3 — eruptiivsed (joonise alumises paremas nurgas on näidatud võrdluseks tumeda ringina Maa).

protuberantsid mitmesse gruppi. R a h u l i k e protuberantside gruppi kuuluvad need, millede kuju muutub aeglaselt. Need protuberantsid eksisteerivad mõnikord üle ühe kuu. Nn. a k t i i v s e t e protuberantside iseärasuseks on helen-dava aine lakkamatult liikuvate joataoliste voogude olemas-olu. Nn. e r u p t i i v s e t e le protuberantsidele on iseloomus-tavaks nende olemasolu lühiaegsus ja nende kiire muutumine (joon. 12). Lõpuks krooni protuberantsideks nimetatakse neid protuberantse, mis „tekivad“ Päikese krooni ulatusse kuulavas ruumis. Vastavalt Pulkovo astronoomi V. Vjazani-tšoni uurimustele on protuberantside temperatuur lähedane Päikese ümberpöörava kihi temperatuurile — umbes 5000 kraadi.

7. Kuidas saadi teada Päikese keemiline koosseis

Tihti võib kohata lugeja või kuulaja umbusklikku suhtu-mist sellesse, mida astronoomid räägivad ja kirjutavad Päi-kesest või tähtedest. Tõepoolest, kuidas said õpetlased kind-laks määrata kaugete tähtede ja Päikese suurust, liikumist ja seda enam nende keemilist koostist, tundma õppida protsesse, mis toimuvad nende sisemuses ja pinnal? Ei saa ju astronoom viibida taevakehadel. Kui ka eksisteeriks lennuaparaat, mis oleks võimeline läbima tähtedevahelist ruumi, ka siis ei saaks inimene jõuda Päikeseni: põletavate päikesekiirte mõjul muutuks nii tema kui ka tema aparaat vältimatult auruks ammu enne seda, kui nad jõuaksid Päi-kese pinnale.

Astronoomil pole võimalust tundma õppida nende kaugete maailmade pindu ja sisemusi sellisel katselisel viisil, nagu seda teevad geograafid ja geoloogid Maal. Ta ei saa võtta nende atmosfääre sellisele vahetule uurimisele laboratooriumes, nagu seda teevad füüsikud, geofüüsikud ja keemikud Maa atmosfääriga. Astronoom saab kosmilisi kehi ainult v a a d e l d a. Ainus, mis „ühendab“ teda Päikese ja tähte-dega, on valgusekiir. Kiir on see sild, mis seob Maad „tae-vaga“, see tee, mis viib kosmiliste kehade olemuse tundma-õppimisele. Järelikult, taevakehade uurimine tähendab nende poolt väljasaadetavate valgusekiirte uurimist.

Ja valgusekiir jutustab astronoomile väga palju, teatab talle palju huvitavaid andmeid Päikesest ja tähtedest, millede saadikuks ta on. Kiirte uurimise teel määratakse kindlaks kosmiliste kehade temperatuur, keemiline koostis ja liiku-

mise kiirus ning saadakse palju teisi vajalikke ja väärtuslikke andmeid.

Uuritakse mitte üksnes Päikest ja tähti, vaid ka planeete, mis ise valgust ei kiirga. Nende uurimine põhjeneb planeetide poolt peegeldatud päikesekiirte uurimisel.

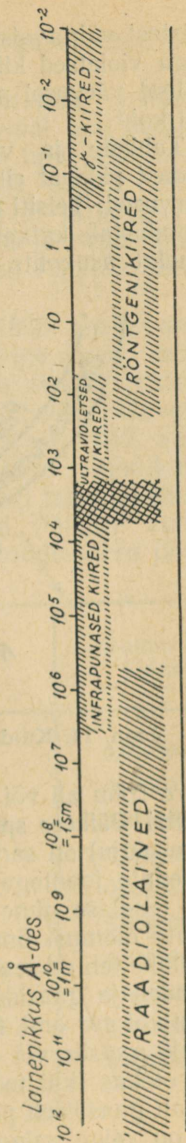
Taevakehade uurimise võimsaimaks vahendiks on spektraalanalüüs, mis avastati umbes 80 aastat tagasi.¹

Nagu teada, kujutab valgus endast üht ruumis laineliselt leviva elektromagnetilise energia vormi. Nähtava valguse lainepikkus on surutud äärmiselt kitsastesse piiridesse — 7 kuni 4 kümnetuhandiku millimeetriteni. Nende piiride kaduvväikesse vahesse mahub inimese silma poolt tajutavate värvuste ja varjundite kogu mitmekesisus, kogu rikkus.

Väiksema kui 3—4 kümnetuhandiku millimeetri lainepikkusega kiired (ultravioletsed kiired) on juba silmale nähtamatud, samuti nagu infrapunased kiired, millede lainepikkus on suurem kui nähtava valgusekiire lainel (joon. 13).

Valgusallikast tulevad valgusekiired (valged) kujutavad endast mitmevärviliste kiirte segu, teiste sõnadega — mitmesuguse lainepikkusega valguselainete segu. Kui selline kiir lasta läbi kolmetahulise läbipaistva klaasprisma, kaldub ta oma esialgselt teelt kõrvale ja jaguneb murdunult oma koostisosadeks.

Kui prisma taha paigutada ekraan, on sellel näha vikerkaare-ribake. Seda vikerkaare-ribakest nimetatakse spektriks. Spektri tekkimine on tingitud sellest, et mitmesuguse pikkusega valguselained murduvad prisma erinevalt. Näiteks punased valgusekiired, millede lainepikkus on kõige suurem, murduvad



Joon. 13. Kiirgusspekter. Spektri ristviiru tatud osa — nähtavad kiired.

¹ Uksikasjalisemalt spektraalanalüüsi kohta vt. seeria «Научно-популярная библиотека» brošüüri: С. Г. Суворов, «О чём говорит луч света».

teistest nähtavaist kiirtest vähem, aga väikese lainepikkusega violetsed kiired murduvad, vastupidi, rohkem.

Igal värvusel punasest violetseni on spektris rangelt kindel koht.

Tahkete ja vedelate hõõguvate kehade spekter kujutab endast pidevat riba, milles leiduvad kõik lainepikkused, kõik värvused. Teisiti näeb välja hõõguvate gaaside spekter: see moodustab katkelise riba, mis koosneb üksikutest, rangelt kindlat asukohta omavatest joontest. Kui gaas on väga



Joon. 14. Kuidas tekib päikesekiirte neeldumisspekter.

suure rõhu all või kui teda on väga palju, annab ta pideva spektri. Päikese spekter (sest et Päikesel on hõõguvat gaasi väga palju) on samuti pidev, kuid ühtlasi läbistatud paljude tumedate joontega, mida nimetatakse neid esimesena uurinud teadlase nime järgi „Fraunhoferi joonteks“. Nende joonte olemust õnnestus välja selgitada alles siis, kui oli kindlaks tehtud seadus valguse neeldumise kohta hõõguvates aurudes ja gaasides. Vastavalt sellele seadusele neelab iga gaas või aur omi, täiesti kindlaid kiiri, mis on omased ainult sellele gaasile või aurule, s. t. kiiri, mida ta kiirgab hõõguvas olekus (kui teda pole väga palju). Niisiis, Päikese hõõguvalt gaasiliselt pinnalt lähtuvate kiirte spekter on pidev — see on valge valguse spekter. Läbides Päikest ümbritsevate gaaside kihi (ümberpöörav kiht), mis on samuti hõõguv, kuid siiski külmem kui Päikese pind, nõrgeneb osa kiiri selle kihi aatomite mõjul hajumise tagajärjel. Seejuures nõrgene-

vad nende lainepikkustega kiired, mida kiirgavad need hõõguvad gaasid (joon. 14).

Sellest tekivadki päikesespektris vastavates kohtades tumedad jooned ehk neeldumisjooned. Omal ajal määrati kindlaks Päikese neeldumisspektris kõikide tumedate joonte lainepikkused. Nende võrdlemise teel nende joonte lainepikkustega, milliseid kiirgavad Maal leiduvad ja hõõguvate gaaside kujul olevad keemilised elemendid ja nende ühendid, tehti kindlaks, millised ained kuuluvad Päikese atmosfääri koosseisu.

Täieliku päikesevarjutuse vaatlemisel 1868. aastal avastati Päikese atmosfääri spektris hele kollane joon, millist enne seda polnud saadud Maal leiduvate ainete spektreis. Seda ainet hakati nimetama heeliumiks („helios“ tähendab „päike“). Maal ta avastati alles 30 aasta pärast. 1942. aastal avastati Päikese atmosfääris, tõsi küll, vähesel hulgal kulda. Üldse on Päikesel seni leitud 64 Mendelejevi tabeli elementi. Uurimised spektraalanalüüsi abil näitasid Päikese atmosfääris järgmist elementide sisaldavust (aatomite arvu järgi):

Keemiline element	Sisaldavus %-des	Keemiline element	Sisaldavus %-des
Vesinik	81,760	Kaltsium	0,000300
Heelium	18,170	Titaan	0,000003
Süsinik	0,003000	Vanaadium	0,000001
Lämmastik	0,010000	Kroom	0,000006
Hapnik	0,030000	Mangaan	0,000010
Naatrium	0,000300	Raud	0,000800
Magneesium	0,020000	Koobalt	0,000004
Alumiinium	0,000200	Nikkel	0,000200
Räni	0,006000	Vask	0,000002
Väävel	0,003000	Tsink	0,000030
Kaalium	0,000010		

Praegusel ajal hinnatakse, et massilt (aga mitte aatomite arvult) koosneb Päike 50% vesinikust ja 40% heeliumist. Kõigile teistele elementidele jääb üle ainult 10%.

II. PÄIKE TÄHTEDE MAAILMAS

1. Päike — meile lähim täht

Päike on üks tähtedest. Iga täht, mida me taevas näeme, on määratu suur, meie Päikese sarnane kosmiline keha.

Päike asub meist sellisel kaugusel, et valgusekiir, tulles temalt kiirusega 300 000 kilomeetrit sekundis, jõuab Maani kaheksa ja poole minuti pärast (vt. joon. 2). Kõik teised tähed aga asuvad meist palju kaugemal. Ainult seetõttu näivadki nad meile Päikesega võrreldes väikeste vilkuvate punktidenä.

Nii ületab kaugus Maa ja meile lähima tähe „Proxima Centauri“ (Kentauri tähtkujus) vahel 260 000 korda kauguse Maa ja Päikese vahel. Valgusekiir sellelt tähelt tuleb meieni nelja ja veerandi aastaga.

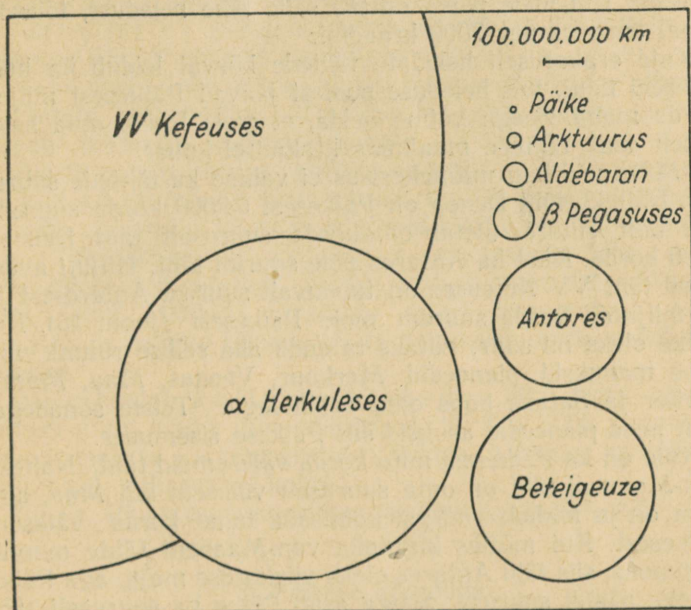
Kauguse mõõtühikuks astronoomias on valgusaasta. Nii nimetatakse kaugust, millise valgusekiir läbib aastaga. Üks valgusaasta on veidi üle üheksa ja poole triljoni kilomeetri (täpsemalt 9 540 000 000 000 kilomeetrit). Järelikult on kaugus Maalt tähe Proxima Centaurini üle 40 triljoni kilomeetri. Tähed, mida me näeme selgel ööl palja silmaga, asuvad meist 10 kuni 1000 valgusaasta kaugusel. Ainult väga väheseid meist 5000 valgusaasta kaugusel asuvaid tähti me võime näha teleskoobi abita.

Kui meie Päike asuks tähe Proxima Centauri kohal, näeksime teda heleda tähena. Aga kui ta asetseks 50 valgusaasta kaugusel, näiks ta meile nõrga, vaevaltmärgatava tähekesena.

Kui vaadata selgel ööl taevast, siis näivad kõik tähed meile väikeste vilkuvate punktikestena. Kuid paljusajandilised ja hoolikad tähistäeva vaatlused ning samuti ka uusimad uurimused on näidanud, et tähed omavahel tugevasti erinevad värvuse, heleduse (valgustuse), mahu, tiheduse ja temperatuuri poolest. Siin ja edaspidi peetakse alati silmas tähtede absoluutset heledust. Absoluutseks loetakse tähe sellist heledust, millist omaks täht, olles meist 10 parseki kaugusel (parsek on 3,26 valgusaastat). Teisiti öeldes on absoluutne heledus tähe tõeline heledus, mille juures kauguse mõju on kõrvaldatud.

Astronoomid jagavad kõik tähed kahte gruppi: „hiiglased“ ja „kääbused“. Päike kuulub heleduse ja värvuse poolest nn. kollaste kääbuste rühma. Hiiglasteks aga nimetatakse tähti, mis ületavad heleduse poolest Päikese mitu-

kümmend ja enam korda. Enamik palja silmaga nähtavaist tähtedest on meie Päikesest palju heledamad. See aga ei tähenda siiski, et suurem osa tähti oleksid hiiglased. Vastupidi — hiidtähed on harvaks erandiks. Valdav enamik tähti on kääbustähed.



Joon. 15. Päikese ja hiidtähtede suhtelised suurused.

Tuleb märkida, et tähtede heledus ei iseloomusta sama-väärselt nende tõelist suurust. Tähed võivad olla väga suured, kuid suhteliselt „külmad“ ja seetõttu vähem heledad. Ja ümberpöörduvalt, tähed võivad olla väheldase suurusega, kuid kõrge temperatuuriga ja seetõttu ka suurema heledusega. Teades tähe heledust ja määrates spektri järgi tema temperatuuri võib kindlaks teha ka tema tõelise suuruse.

Kui palju erinevad tähed omavahel heleduselt?

Näiteks sinine täht Deneb Luige tähtkujus on kümme tuhat korda Päikesest heledam. Skorpioni tähtkujusse kuuluva tähe Antarese pinna temperatuur on kaks korda madalam Päikese temperatuurist, kuid oma suuruse tõttu on ta meie

huures. Käesoleval ajal on avastatud juba üle 50 valge kääbuse.

Hiidtähed omavad, vastupidi, väga väikest tihedust, aine, millest nad koosnevad, on väga hõre. Näiteks hiidtäht Antares on nii hõre, et ta vaatamata oma määratule suurusele ületab Päikest massilt ainult 40 korda. Erakordselt hõre on ka ülihiidtäht VV Kefeuses; tema tihedus on 250 000 korda väiksem õhu tihedusest merepinna kohal.

Nagu meile juba teada, ületab Päikese keskmine tihedus 1,4 korda vee tiheduse. Järelikult ka selles suhtes asub ta tähtede maailmas keskmisel kohal.

Mittesugune on ka tähtede temperatuur. Punaste tähtede pinnal on temperatuur umbes kaks-kolm tuhat kraadi, valgete tähtede pinnal ulatub see 25 000 kraadini. Tõsi küll, on olemas ka niisuguseid tähti, millele pinna temperatuur ulatub sadade tuhandete kraadini, kuid tähtede enamiku pinna temperatuur asub punaste ja valgete tähtede pinna temperatuuride vahelistes piirides.

Päike kuulub kollaste tähtede liiki; tema pinna temperatuur, nagu juba näitasime, võrdub 6000 kraadiga. Seega asub ta ka temperatuuri suhtes tähtede maailmas keskmisel, vahepealsel kohal.

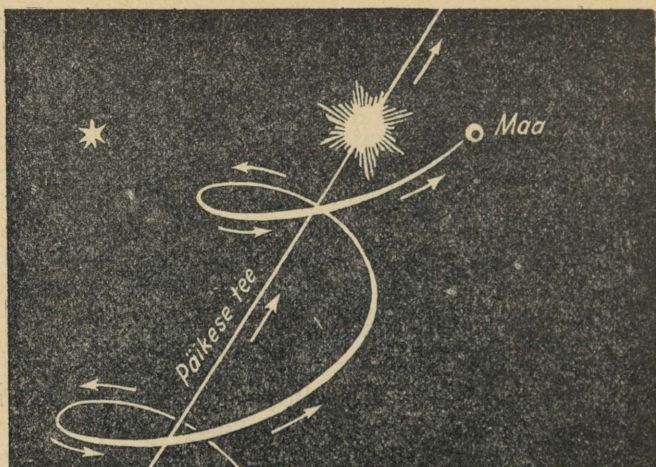
Nüüds, Päike on igas suhtes keskmine, tavaline täht.

2. Päikese liikumine

1927. aastal tõestati, et meie Galaktika pöörleb ümber tähtede tsentraalse tiheduse. Päike koos kõigi teiste tähtedega võtab samuti osa Galaktika pöörlemisest. Ta liigub määratu kiirusega galaktilise tsentri ümber: igas sekundis ta palkneb oma orbiidil ümber umbes 250 kilomeetri võrra. Kuid vaatamata sellisele erakordselt suurele liikumiskiirusele sooritab Päike mööda oma orbiiti ühe täisringi peaaegu 200 miljoni aastaga. Nii pikk on Päikese tee!

Peale selle liigub Päike veel ka meie lähimate tähtede gruppi suhtes Lüüra ja Herkulese tähtkujude suunas kiirusega umbes 20 kilomeetrit sekundis. Päikesega koos liiguvad kõik planeedid, sealhulgas ka meie Maa, joonestades maailmaruumis teatava spiraalse kõvera (joon 16).

Päikese „ümbruses“ on nii „avar“, et keskmine tähtedevaheline kaugus selles maailmaruumi osas on veidi üle



Joon. 16. Väike lõik Päikese ja Maa liikumisteest.

kümne valgusaasta, s. o. umbes 100 triljonit kilomeetrit. Järelikult ei ähvarda Päikest mingi hädaoht kokkupõrkamiseks mõne teise tähega.

III. PÄIKESE ENERGIA ALLIKAS

1. Kui palju kiirgab Päike soojust ja valgust maailmaruumi

Päike saadab külma maailmaruumi kolossaalse hulga soojust ja valgust. Soojuse ja valguse hulk, mis kiirgub Päikese pinna igalt ruutmeetrilt, vastab sellele hulgale, mida suudavad anda 80 000-hobujõulise võimsusega elektrijaama poolt toidetavad miljon elektrilampi. Igas ööpäevas Päikese kogu pinnalt kiirguv energia hulk on aga erakordselt suur. Sellise energiahulga saamiseks Maal tuleks igas ööpäevas põletada elektrijaamade ahjudes sellised kolossaalsed kivisöehulgad, mis mitu korda ületavad selle kütuseliigi tagavarad kogu Maakeral.

On arvatud, et igas minutis kiirgub Päikese kogu pinnalt maailmaruumi üle viie kvadriljoni (kvadriljon võrdub tuhat korda tuhande miljardiga) suurt kalorit soojust (suureks kaloriks nimetatakse soojusehulka, mis on vajalik ühe kilo-

grammi vee soojendamiseks ühe kraadi võrra). Kaotades kiirgusenergiat, väheneb Päike massilt. On välja arvatud, et igas sekundis kahaneb Päike massilt rohkem kui nelja miljoni tonni võrra!

Aga kui Päike igal hetkel kaotab nii palju oma massist, tekib küsimus: kui kauaks piisab seejuures meie Päikesest? Kogemused näitavad, et igasugused kartused ses suhtes on asjatud. Paljude tuhandete aastate jooksul pole Päikese kiirgumise intensiivsus peaaegu sugugi muutunud. Kui Päikese kiirgusjõud kahaneks kas või kaks korda, langeks temperatuur meie planeedi pinnal tunduvalt allapoole nulli, mis põhjustaks kogu looma- ja taimeriigi hukkumise.

Päikese mass on niivõrd suur, et selle kahanemine kiirgamisest (mis näib küll väga tunduvana) on Päikese suhtes kaduvväike. Teadlased on välja arvanud, et Päike soojendab ja valgustab meie planeeti veel palju miljardeid aastaid samasuguse raugematu jõuga.

2. Mida peeti viimase ajani Päikese energia allikaks

Kust ammutab Päike sellise energia, et miljardeid aastaid hoida oma kõrget temperatuuri teataval kindlal tasemel?

Varem oletati, et Päikese temperatuuri hoiab teataval tasemel temas lakkamatult toimuv põlemine. Kuid selleks, et hoida Päikese soojuskiirguse intensiivsust kogu aeg ühel tasemel, tuleks igas kuus „paisata tema ahju“ umbes 20 kivisöekamakast, millest ükski ei oleks väiksem kui meie Maakera.

On välja arvatud, et kui meie Päike koosneks isegi tervenisti kivisöest, siis ka selline söekera võiks ühinedes hapnikuga põleda ja säilitada Päikese kiirgamise praegust seisundit ainult 3000—4000 aasta vältel. Seejärel hakkaks sellise söest päikese temperatuur kiiresti langema ja peagi ta kustuks üldse.

Kas põlemisega sarnanevaid protsesse võib üldse pidada Päikese soojuskiirguse allikaks? Selgub, et ei või. Põlemine kujutab endast aine molekulide ühinemist hapniku molekulidega ja keerulisemate molekulide tekkimist koos soojuse eraldumisega. Kuid kõrge temperatuuri tingimustes Päikesel ei saa tekkida keerulisi ühendeid. Sellistes temperatuuritingimustes võib märgata just vastupidiseid nähtusi, s. o. keeruliste ainete lagunemist lihtsamaiks. Näitena võib tuua

veeauru, mis kõrgel temperatuuril laguneb vesinikuks ja hapnikuks. Nüüd on selge, et põlemisprotsess ei või Päikesel toimuda esiteks seepärast, et, nagu näitab spektraalanalüüs, on Päikesel väga vähe hapnikku, ja teiseks seepärast, et kõrgete temperatuuride tingimustes toimub Päikesel aine aatomite väga kiire liikumine (kuni 200 kilomeetrit sekundis), mille tõttu nad ei suuda hapnikuga ühineda.

Kust võtab siis Päike oma soojuse? See jäi kauaks ajaks mõistatuseks. Teadlased tegid ses suhtes mitmesuguseid oletusi.

1849. aastal loodi nn. meteoriitide teooria, mille järgi Päikesele tema võimsa külgetõmbejõu mõjul langeb pidevalt kiirusega kuni 600 kilomeetrit sekundis määratu hulka meteoorilist ja tolmutaolist ainet. Selle aine mehaaniline energia, muundudes soojusenergiaks, ongi selle teooria põhjal Päikese soojuse peamiseks allikaks. Käesoleval ajal on kindlaks tehtud, et Päikese kiirguse ja kõrge temperatuuri säilimine tema pinnal ei saa olla tagatud sellisel viisil.

1854. aastal esitati nn. koondumisteooria, Päikese mõõdede vähenemise teooria. Vastavalt sellele teooriale tungivad päikesemassi osakesed lakkamatult tsentri poole ja nende mehaaniline energia, muundudes soojusenergiaks, võib täielikult katta Päikese energiakulu ja koguni teataval määral tõsta tema temperatuuri. Kuid teostatud arvutused avastasid, et kui ka võtta Päikese esialgsed mõõtmed kuitahes suured, siis sellise kiirgamise juures, millist näeme praegu, ei piisaks tema kokkutõmbumisel saadavast energiast siiski kauemaks kui 20 miljoniks aastaks. Teatava temperatuuritaseme säilitamiseks peaks Päike niivõrd palju oma ruumalalt kahanema, et tema läbimõõt väheneks iga aastaga 30 meetri võrra, saja aastaga aga kolme kilomeetri võrra. Seega ei saaks Päikese suurim võimalik vanus ületada 20 miljonit aastat. See on samuti vastuolus tänapäeva teaduslike andmetega. On teada, et maakoore vanus on 2—3 miljardit aastat, Maa vanus aga mõningate andmete järgi on 3,5—4 miljardit aastat. Päike on aga vanem kui Maa.

Pärast mõningate keemiliste elementide radioaktiivse lagunemise avastamist püstitati oletus Päikese soojuse radioaktiivse päritolu kohta. Kuid peagi tõestati, et ka radioaktiivsus ei saa tagada Päikese kiirgamist. Raadium, nagu teada, laguneb võrdlemisi ruttu. Seetõttu, kui meie Päike ka tervenisti koosneks raadiumist, oleks juba 1600 aasta pärast pool temast pidanud olema lagunenu. Aga seejärel

hakkaks kiiresti kahanema ka „raadiumpäikese“ kiirgamise intensiivsus, mis, nagu me juba nägime, ei vasta mingil viisil tänapäeva kujutlusele meie päevase valgusallika vanusest.

3. Päikese energia allikaks on tuumareaktsioonid

Nüüdisaegsed teoreetilised Päikese uurimised näitavad, et Päikese energia tekib tema keskosas ja läbides peaaegu kogu tema paksust tungib tema pinnale ning kiirgub maailma-ruumi. Mille arvel tekib see energia?

Nagu juba öeldud, lagunevad kõik liitained mitme tuhande kraadise temperatuuri juures elementideks, millest nad koosnevad. Mitmekümne miljoni kraadise temperatuuri juures aga on võimalik elementide muundumine.

Käesoleval ajal on eksperimentaalselt uuritud elementide ümberkujunemise protsesse: aatomisiseseid reaktsioone ja tuuma muundumisi. Nende uusimate saavutuste põhjal on füüsikute poolt välja töötatud nn. tsüklilise tuumareaktsiooni teooria ja selgitatud kergeima elemendi — vesiniku muundumise tingimused raskemaks elemendiks — heeliumiks. Selgub, et vesiniku aatomite nelja tuuma — prootonite — muundumisel heeliumi tuumaks toimub nagu esialgse massi mingisugune „kadu“. Neli prootonit — neli vesiniku aatomi tuuma — kaalub 4,03252 aatomiühikut, aga heeliumi tuum 4,00386 aatomiühikut. „Kadu“ on 0,02866 aatomiühikut. Seejuures eraldub suur hulk energiat. On näiteks teada, et ühe grammi vesiniku muundumisel heeliumiks eraldub sama suur kogus energiat kui 15 tonni bensiini põlemisel.

Nagu me juba teame, ulatub Päikese sisemuses temperatuur 20 miljoni kraadini. Vastavalt teadlaste arvutustele muundub vesinik sellise temperatuuri juures heeliumiks. Selle muundumisega kaasneb määratu energiahulga eraldumine. Seega kujutab Päike endast omamoodi määratu suurt laboratooriumi, kus toimub lakkamatu elementide ümberkujundamise protsess.

Katalüsaatoriks, s. o. aineks, mis kiirendab reaktsiooni — nelja protoni muundumist heeliumi tuumaks —, on süsinik. Võib öelda, et praegusel ajal Päike elab üle tuumareaktsioonide süsinikulist tsüklit, mille lõpptulemuseks on vesinikust heeliumi kujunemine; süsinik seejuures ei kulu, ta on ainult selle ahelreaktsiooni tingimuseks.

Seega on Päikese energia allikaks vesiniku heeliumiks muundumise reaktsioonid süsiniku tuumade kaasabil. Nagu arvutused on näidanud, piisab Päikese poolt kiiratud energia kompenseerimiseks kaalult vähem kui ühest protsendist süsinikust tema koostises. Vaatluste järgi on teada, et umbes selline kogus süsinikku leidubki Päikese atmosfääri koosseisus.

Jääb järel veel selgitada küsimus, kui kauaks jätkub Päikesel kütteinnet, et säilitada tema temperatuuri praegusel tasemel. Sest selleks on ju vajalik, et igas sekundis muutuks Päikesel 500 miljonit tonni vesinikku heeliumiks. Kas peab Päike vastu sellisele „koormusele“? Kas ta vahest ei kustu, olles ammendanud kõik oma kütteinnevarud?

Sellised kartused on asjatud. Meie Päike on nii suur, vesinikku on temal niivõrd palju (see moodustab, nagu juba öeldud, umbes 50% kogu Päikese massist), aga selle massi „kadu“ kiirgamise tagajärjel on nii tähtsusetult väike, et me võime veendunult ütelda: veel paljude miljardite aastate vältel valgustab ja soojendab Päike meie Maad sama intensiivselt kui praegusel ajalgi.

IV. PÄIKESE TÄHTSUS ELULE MAAL

1. Kui palju saab Maa Päikeselt soojust ja valgust

Me juba nägime, kui palju energiat kiirgab Päike teda ümbritsevasse maailmaruumi. Kuid meie juurde Maale saabub vähem kui üks kahemiljardik osa sellest. Valdav enamus Päikese energiast hajub kosmilises ruumis ilma igasuguse meile kasuliku mõjuta. Kuid ka meie planeedile langev Päikese energia kogus on väga suur. Sellest piisab küllaldaselt, et tagada kõigi tähtsamate protsesside toimumist maapinnal. Kui see Päikese kiirguse osa suureneks näiteks 30 protsendi võrra, siis Maa kliimatingimused muutuksid nii tugevasti, et isegi Moskva laiusel võiksid kasvada troopilised taimed.

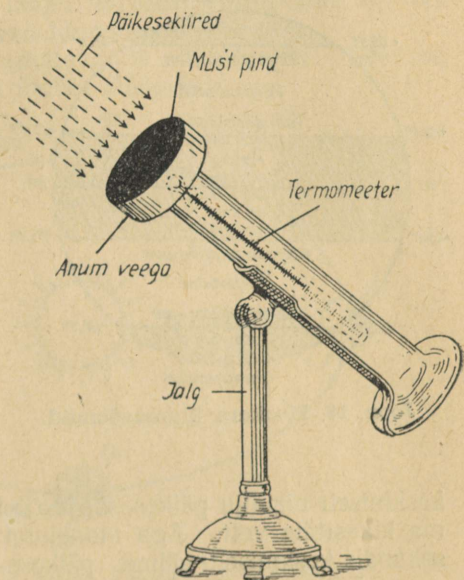
Kas saab teha kindlaks, kui palju praegusel ajal saabub Päikeselt Maale soojust? Saab.

Päikese poolt Maale saadetava soojuse hulka mõõdetakse iga päev erilise aparadi abil, mida nimetatakse aktinomeetrikiks (joon. 17). Päikese kiirte intensiivsust mõõdetakse ühele ruutsentimeetrile ühe minuti vältel langevate kalorite arvuga. Päikese kiirtega maapinnale toodava soo-

juse igapäevased ja rohkearvulised mõõtmised näitavad, et tingimusel, kui need kiired langeksid rangelt vertikaalselt ja kui Maa ümber poleks atmosfääri, saaks maapinna iga ruutsentimeeter arvutuste kohaselt ühe minuti vältel umbes kaks väikest kalorit (täpsemalt 1,90). Paljude aastakümnete vältel teostatud mõõtmised pole avastanud märgatavaid muutusi Päikese kiirte intensiivsuses. See pärast nimetatakse seda Päikese kiirte intensiivsust iseloomustavat arvu (kaks kalorit) päikesekonstandiks.

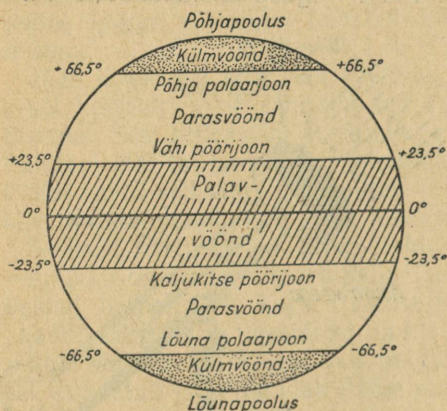
Aga kui mõõdame tegelikult paksu atmosfäärikihiga ümbritsetud maapinnale langevate päikesekiirte intensiivsust, siis me näeme, et meie jõudev päikesesoojuse hulk pole konstantne, et see kogu aeg muutub Maa atmosfääris toimuvate lakkamatute protsesside mõjul.

Peale selle saavad Maakera eri piirkonnad erineva hulga päikesesoojust; ekvaatorile lähemal paiknevad piirkonnad saavad seda rohkem, poolustele lähemal paiknevad piirkonnad vähem. Selle põhjuseks on peamiselt asjaolu, et päikesekiired langevad maapinnale mitmesuguse nurga all ja seetõttu on ühed neist rohkem, teised vähem intensiivsed. Vertikaalsel langemisel tuleb üks ja seesama kiirtehulk maapinna väiksema ala kohta kui kaldu langemisel. Ekvatoriaalsetes ja nende lähedastes piirkondades langevad päikesekiired keskpäeval maapinnale vertikaalselt ja on seetõttu intensiivsemad. Polaarsetes ja lähispolaarsetes piirkondades langevad kiired alati kaldu, nad nagu libisevad mööda maapinda ja on seetõttu siin vähem intensiivsed. Kaldu langemisel on kiired vähem intensiivsed



Joon. 17. Aktinomeetri üldvaade.

veel ka seepärast, et nad läbivad paksemat atmosfäärikihti kui vertikaalsel langemisel ja järelikult ka hajub ning pidurdub neid atmosfääris rohkem. Nimelt seetõttu on Maakeral soojad, külmad ja paraja kliimaga maad, on, nagu öeldakse,



Joon. 18. Maakera kliimavööndid.

keskmiselt niipalju päikesesoojust, et sellega võib ajada keema klaasitäie vett. Aga maapinna igale hektaarile langeb sekundis keskmiselt selline päikese-energia hulk, mis võib panna käima kümne tuhande kilovatti võimsusega masina (1 kilovatt võrdub 1,36 hobusejõuga).

Nagu teada, võrdub Maakera pindala umbes 510 miljoni ruutkilomeetriga. Selle järgi võib igaüks kergesti välja arvutada, milline päikese-energia hulk langeb igal aastal kogu Maakerale.

Maale langev päikese-energia valgustab meie planeeti täiesti küllaldaselt. On näiteks välja arvatud, et suures 350 kuupmeetrisel ruumalaga toas sellise valgustuse loomiseks, nagu on väljas selgel päikesepaistelisel päeval, tuleks tema seintele ja laele asetada kuni 50 000 60-küünlalist lampi.

Päike valgustab nii heledasti, et selge ilmaga ei saa temale silmi pilutamata vaadata. Silmi kahjustamata võib Päikest vaadelda ainult tõusu ja loojangu ajal. Muul ajal tuleb Päikesele vaadata läbi eriliste prillide või tahmatud klaasi.

mitmesugused kliimavööndid (joon. 18).

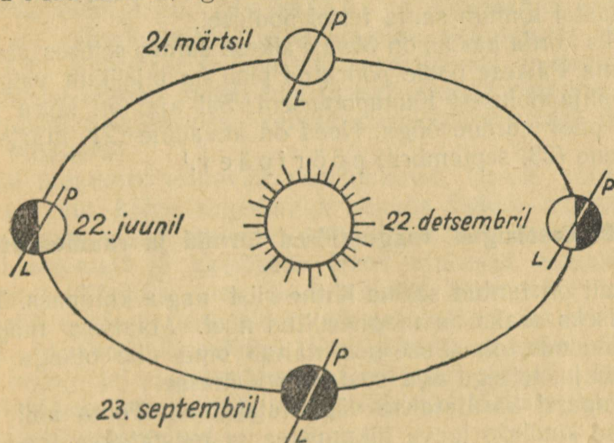
Kõige külmemaks kohaks Maakeral — „külmapooluseks“ — peetakse Verhojanski, kus pakane vahel ulatub kuuekümne kaheksa kraadini. Kuid kunstlikul teel saadakse laboratooriumes absoluutsele nullile (-273°) lähedasi temperatuure.

On välja arvatud, et ekvaatoril saab maapinna iga ruutmeeter igas minutis

2. Päeva ja öö vaheldumine. Aastaaegade vaheldumine

Pöörlemise tõttu oma telje ümber on Maa pööratud Päikese poole kord ühe, kord teise küljega. Järelikult langevad päikesekiired kord ühele, kord teisele Maa pinna poolele. Päikese poole pööratud küljel on päev, vastasküljel aga öö. Nii toimub päeva ja öö vaheldumine.

Millega seletub aga aastaaegade vaheldumine. See on seotud Maa liikumisega ümber Päikese.



Joon. 19. Maa telje kallak Päikese kiirte suhtes eri aastaaegadel.

Me nägime, et päikesekiired ei too Maale mitte ainult valgust, vaid ka soojust. Samuti kõnelesime juba sellest, et mida vertikaalsemalt kiired maapinnale langevad, seda suurem on nende intensiivsus. Suvel, eriti keskpäeval, on Päike kõrgemal ja püsib pikema aja vältel ülalpool horisonti kui talvel; päikesekiired langevad siis vertikaalsemalt ja soojendavad tugevamini maapinda. Ohtul ja hommikul asub Päike madalal horisondi kohal, ta kiired langevad viltu ja on vähem intensiivsed.

Maa kogu liikumise vältel ümber Päikese säilitab tema pöörlemistelg pidevalt ühe ja sellesama sihi Maa orbiidi tasapinna suhtes — ta on sellega kaldu teatava kindla nurga all (joon. 19). Selle tagajärjel Maa mitmesuguse asendi juures oma orbiidil saab kord üks, kord teine Maa poolkera kord rohkem, kord vähem päikesesoojust ja valgust.

Kui põhjapoolkerale langeb rohkem soojust ja valgust, kui siin päevad on pikemad, on meil suvi, lõunapoolkeral — talv. Kui aga meil saabub talv, algab lõunapoolkeral suvi. Nii toimub aastaegade vaheldumine, nende asendumine üksteisega.

Maa põhja- ja lõunapoolusel on vaheldumisi poolaasta vältel kord päev, kord öö. Pool aastat ei looju Päike ühel poolustest. Ta kiired langevad viltu, just nagu libisevad mööda maapinda. Siis on seal lakkamatu päev. Järgmisel poolaastal toimub sama teisel poolusel.

Kaks korda aastas on Maa Päikese suhtes sellises asendis, et tema Päikese poole pööratud pind on täielikult valgustatud põhjapoolusest lõunapooluseni. Sel ajal on kogu Maakeral päev võrdne ööga. Need on kevadine (21. märtsil) ja sügisene (23. septembril) pööripäev.¹

3. Päikeselaigud, magnetilised tormid ja raadiosaated

Laialt on tuntud selline lihtne riist nagu kompass. Tema peamiseks osaks on magneeditud nõel. Maakera magnetiliste jõudude toimele see nõel näitab oma ühe otsaga kogu aeg põhja, teisega aga vastavalt lõunasse.

Kompassi kasutatakse väga laialdaselt. Tema abil määratakse kindlaks laeva liikumistee ja teostatakse topograafilist kaardistamist, teda kasutab lendur lennukursi määramisel, ta aitab meil orienteeruda maastikul.

Kompassinõela hoolikad vaatlused spetsiaalsete aparatuuride abil on näidanud, et mõnel päeval ta avaldab mingisugust rahutust, hakkab värisema ja ühelt poolt teisele võnkuma.

Järgnevalt tehti kindlaks, et magneeditud nõela selline käitumine osutab mingisugustele Maakera magnetiliste jõudude muutustele.

Need muutused avaldavad omakorda mõju raadiosaadetele, telefoni- ja telegraafisidele. Vahel nad kutsuvad esile elektrotehniliste seadmete riknemise. Selliseid nähtusi nimetatakse magnetilisteks tormideks. Inimesele sellised tormid mõju ei avalda, ta märkab neid ainult aparatuuride abil.

¹ Päeva ja öö ning aastaegade vaheldumise põhjustest jutustatakse üksikasjaliselt „Populaarteadusliku sarja“ brošüüris: prof. R. V. Kunitski, „Päev ja öö. Aastaajad“, Tartu, 1948.

On kindlaks tehtud, et raadiohäirete, Maa magnetiliste tormide ja mõnede nähtuste vahel Päikesel valitseb teatav seos. Selgub, et magnetilised tormid Maal olenevad tumedaist laikudest Päikesel. Kõige sagedamini esinevad tugevad magnetilised tormid neil päevil, mil Maa poole pööratud Päikese küljel võib näha palju laike või üht suurt laikku, mis paikneb päikeseketta keskpunkti lähedal.

Raadiosaade lühilainetel suurtele kaugustele on võimalik tänu sellele, et 100—200 kilomeetri kõrgusel maapinna kohal on olemas nn. ionosfäär — ioniseeritud (ionisatsioon on väliselektronide eemaldamine aatomitest) atmosfääri kiht. Ionosfäär ei lase läbi raadiolaineid, ta peegeldab nad tagasi Maale, millelt nad uuesti peegelduvad jne. Mitmekordselt peegeldudes käivad raadiolained ringi ümber kogu maakera.

Kuid mõnikord esinevad raadiohäired. Nende põhjuseks on teatavate, kõige sagedamini laikude ligidal asetsevate, päikesepinna osade võime paisata endast ümbritsevasse ruumi aatomeid ja elektrone. Need osakesed eemalduvad Päikesest kiirusega kuni 3—6 miljonit kilomeetrit tunnis. Kui selliste kiirete osakeste voogu satub Maa, siis need osakesed „häärivad“ ionosfääri, rikuvad tema peegeldusvõimet. Selle tagajärjel ei peegeldu raadiosaatjast väljunud raadiolained Maale tagasi, mille tõttu tekivadki lühilaineliste raadiosaadete katkemised.

Magnetiliste tormide puhul tekivad tugevad atmosfäärilised elektrilahendused ja elektrivoolud Maas. Need voolud tungivad telegraafi- ja telefonijuhtmeisse ja häirivad normaalset sidet asustatud punktide vahel.

Kuna päikeselaikude suurim arv kordub 11 aasta tagant, siis on ka järelikult magnetiliste tormide ja raadiohäirete arv suurim iga 11 aasta tagant.

Meie astronoomia-observatooriumides teostatakse käesoleval ajal nn. päikeseteenistust. Astronoomid vaatlevad Päikest, registreerivad tema pinnal ilmnevaid mitmesuguseid nähtusi, uurivad igakülgset Päikese tegevust. Tänu sellele on neil võimalik ette teatada magnetiliste tormide liginemisest, et saaks õigeaegselt rakendada abinõusid ebasoovitavate tagajärgede vastu.

4. Virmaliste seos päikeselaikudega

Virmalisi võib kõige sagedamini näha põhja- ja lõunapolaarjoone taga ja märksa harvemini teistel laiustel. Mida see nähtus endast kujutab? See on punakas ja rohekas helkimine, mida võib näha pimedal ööl taeva põhjaosas. Algul on see helkimine nõrk, seejärel aga kasvab ta heledus kordkorralt ja temas tekivad heledamate kiirte vöödid või kaared. Vahel on virmalistel heledate eesriiete kuju, mille vöödid lakkamatult voogavad. Mõnikord muutuvad virmalised nii heledaks, et peaaegu kogu põhjapoolne taevaalaotus helgib maapinda valgustades mitmesuguseis värvivarjundeis.

Virmaliste nähtavuse kestus on mitmesugune: vahel heledalt puhkenud kiirgus kaob kiiresti ja ilmub väikese ajavahemiku järel uuesti; vahel aga kestab see kuni kolm ööpäeva.

Selle raamatukese autor nägi virmalisi ööl vastu 21. veebruari 1950, viibides Moskva lähedal Odintsovo asulas. Kõrgel silmapiiri kohal Suure Vankri ja Kassiopeia tähtkuju lähedal oli vikerkaarevärviline vööt. See vööt võttis kord veripunase, kord sinaka, kord roheka varjundi. Kuid virmaliste valdavaks värvuseks oli veripunane. Selle tagajärjel muutus ka lumi samavärviliseks.

Virmaliste vaatlused on näidanud, et nende maksimaalne arv langeb igale üheteistkümnendale aastale (samuti kui päikeselaikudel). Sellega on kindlaks tehtud seos virmaliste ja päikeselaikude vahel.

Muuseas, enne Moskvast ööl vastu 21. veebruari 1950 täheldatud virmalisi märgati Päikesel suurt laikude gruppi, aga 20. veebruaril hakkas magnetograafi — Maa magnetivälja seisundit fikseeriva riista nõel järsult kõikumama.

Kuidas seletatakse seda seost?

Me juba nägime, et koos laikude arvu suurenemisega Päikesel suureneb ka osakeste kiirgumine tema pinnalt. Üliväikesed osakesed (peamiselt laetud) eemalduvad Päikesest suure kiirusega. Ühe-kahe päeva pärast nad jõuavad Maa atmosfäärini ja 80—800 kilomeetri kõrgusel kokku põrgates atmosfääri aatomitega „sunnivad“ selle helen-duma. Ohu koosseisu kuuluvate gaaside aatomid ergastatakse nende osakeste löökide mõjul ja nad hakkavad kiirgama. Selline on virmaliste olemus.

Virmaliste elektrilisele olemusele viitas esimesena suur vene teadlane M. V. Lomonossov.

Virralistetaolist nähtust võib kunstlikult esile kutsuda. Selleks tarvitseb vaid võtta mõned suletud erineva õhuhõrendusega klaastorud ja lasta läbi nende elektrivool. Seejuures hakkavad nad mitmesuguseis varjundeis helendama.

5. Päike — vee- ja tuule-energia allikas

Maakera on „riietatud“ õhukihti, mille paksus ulatub ligi tuhande kilomeetrini. Mitte kogu sellesse kihti sattuv päikese-energia ei jõua maapinnani. Osa sellest peegeldub pilvedel ja hajub maailmaruumi. Kuid tänu oma hõredusele neelab atmosfäär kiirgavat energiat vaid väga vähesel määral.

Langedes Maale kulub päikese-energia vee ja pinnase soojendamiseks, neist aga soojeneb juba õhk. Loomulik, et kõige enne ja kõige rohkem soojenevad tema alumised kihid. Soojenenult muutuvad need kihid hõredamaks ning kergemaks ja tõusevad ülespoole. Külmemad ning raskemad ülemised kihid aga laskuvad sealjuures allapoole ja tõrjuvad välja soojemad ning kergemad alumised kihid. Nii toimub päikese-energia mõjul atmosfääri kihtide järkjärguline soojenemine ja segunemine, nende ringlemine.

Õhk on maapinnal alati soojem kui suures kõrguses. Kõigile on teada, et isegi sooja kliimaga maades on kõrged mäed kaetud igilumega, samal ajal kui nende mägede jalamil voolavad kiired ojad ja õitsevad taimed. Samuti on teada, et lennul suurtes kõrgustes hakkavad inimesed isegi päikesepaistelise ja kuuma ilmaga külmetama ja lennukil lülitatakse sisse kütteseadmed.

Päikesesoojuse mõjul toimub niiskuse aurumine maapinnalt, põldudelt, metsadest ja jõgedest, merede ja ookeanide veeavarustelt. Vesi muutub sealjuures kergeks värvituks auruks, mis tungib ülespoole ja niisutab õhku. Sattudes õhu kõrgemaisse külmalesse kihtidesse muutub aur uuesti veeks. Alguses tekivad temast väikesed tilgakesed ja nendest juba massid — pilved; väikesed tilgakesed liituvad seejärel suuremateks ning raskemateks, tekivad vihmapiilved, maapinnale sajab vihm.

Niisiis kutsub Päike lõppude lõpuks esile vihma, lume, äikese ja teised Maa atmosfääris esinevad meteoroloogilised nähtused.

Vihm, langenud maapinnale, moodustab niresid ja ojasid, mis voolavad väikestesse jõgedesse; väikesed jõed suunduvad suurtesse, need omakorda voolavad meredesse ja ookeanidesse.

Lidsest ajast kasutavad inimesed vee liikumisjõudu. Kõigile on tuntud vesiveskid, kus veskikivide pöörlemine toimub vee jõul. Jõgede voolamine ja kosed panevad pöörlema hüdroelektrijaamade võimsad turbiinid. Sellisel põhimõttel on ehitatud meie hüdroelektrijaamad Volhovil, Dnepril ja mujal, kus vee-energia muudetakse elektrienergiaks, viimane aga valgus- (elektervalgustus), mehaaniliseks (tram-mide, trollibuste, elektrirongide jt. liiklus) ja soojus-energiaks (elektriahjud, -triikraud, -soojendajad jne.).

Jõgede energiat nimetatakse sageli „valgeks söeks“. Jõgedes peitub kolossaalne energiahulk.

Paljud on jälginud mere lainetemurru ülevat pilti, kui lained paiskuvad tohutu jõuga kaldale ja veerevad siis tagasi. Mere lainete mõjul lagunevad järk-järgult ka kõige kõvematest kivimitest koosnevad kaljud. Mitmesugusel ajal teostatud katsed mere lainete löögijõu uurimise alal vastu liikumatut tükki on näidanud, et see jõud võib olla väga suur — 10 kuni 30 tonnini tükke igale ruutmeetrile, olenevalt laine suuruselt ja lainetemurru tekkimise tingimustest tükke juures. Selle võimsa jõu tegevuse põhjustajaiks on jällegi needsamad päikesekiired.

Maapinna erinevad osad ei soojene ühetaoliselt. See pärast soojeneb õhk maapinna ühes kohas tugevamini, teises nõrgemini. See tekitab õhu horisontaalse liikumise — kutsub esile tuule. Tuule mõjul lagunevad aegamööda kivi-mid, mõnikord tekivad tuulte mõjul mitmesugused kummalised vormid. Joonisel 20, a ja b, on näidatud vee poolt kaljusse uuristatud „värav“ ja tuulte murendava tegevuse toimel tekkinud sambad.

Tuult kasutatakse inimeste poolt samuti juba ammu liikumapaneva jõuna. On teada, et enne aurulaevade leiutamist kasutati meresõitudel eranditult purjelaevu. Ka praegu kasutatakse veel mõnel juhul purjelaevu. Tuult kasutatakse liikumapanejana tuuleveskites, kus ta paneb pöörlema veskikivid. Praegusel ajal ehitatakse spetsiaalseid tuuleelektrijaamu, kus tuule-energia muudetakse elektrienergiaks, viimane aga valgus-, mehaaniliseks või soojus-energiaks.

Tuule-energiat nimetatakse vahel „siniseks söeks“.

Vee- ja tuule-energia on lõppude lõpuks muundunud päikese-energia. Kui ei oleks Päikest, ei oleks ei voolavaid



Joon. 20. Vee ja tuule töö: vasakul — lainete poolt kaljusse uuristatud „värav“; paremal — tuulte murendava tegevuse toimel tekkinud sambad (Uraal).

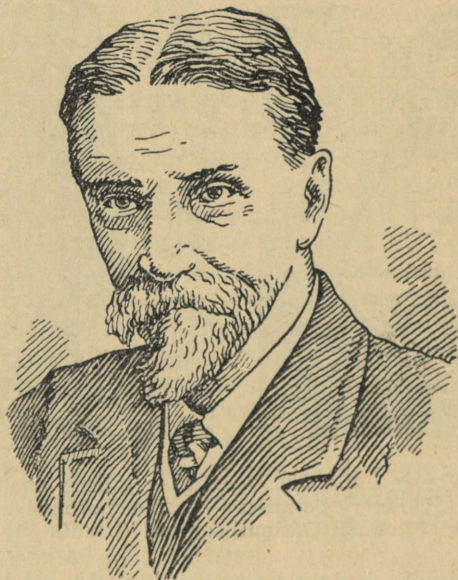
jõesid ega tuult, ei oleks ka vee aurumist merede ja ookeanide pinnalt, järelikult ei oleks ka pilvi, vihma ega üldse vee ringkäiku looduses.

6. Mitmesugused kütuseliigid on taimede poolt kogutud päikese-energia

Päikesekiirte elustava kaitse all kasvavad ja küpsevad tohutult mitmekesised kõrs-, köögi- ja puuviljad; päikesekiirtest on tingitud taimede kasv ja õitsemine, alates lilledest ja väikestest põõsastest ning lõpetades hiigel-eukalüptidega, mille kõrgus ulatub 150 meetrini, tüve läbimõõt 15 meetrini ning iga mõnikord kolme-nelja tuhande aastani!

Ilma Päikeseta ei saa areneda peaaegu ükski taim. Päikesekiirte mõjul seotakse roheliste taimede värvaine terakeses — klorofüllis — anorgaanilised ained — süsinik, lämmastik, hapnik — omavahel orgaanilisteks aineteks — rasvadeks, valkudeks ja süsivesikuteks (suhkur, tärklis jt.).

Tänu klorofüllile ammutavad taimed endale toitu otse õhust, veest ja pinnasest. Seda ei saa teha ei inimesed ega loomad; oma eluks tarvilikke orgaanilisi aineid saavad nad lõppude-lõpuks taimedelt.



Kuulus vene teadlane Kliment
Arkadjevitš Timirjasev.

„Andke parimale kokale kuupalju tahes värsket õhku,“ kirjutas silmapaistev vene teadlane K. A. Timirjasev, „kuupalju tahes päikesevalgust ja terve jõgi puhast vett ning paluge, et ta kõigest sellest valmistaks teile suhkrut, tärklis, rasva ja teravilja — ta arvab, et te naerate tema üle. Kuid see, mis näib täiesti fantastilisena inimese jaoks, toimub lakkamatult taimede rohelistes lehtedes.“

Uurides paljude aastate kestel küsimust päikese-energia kasutamisest taimede poolt, kirjutas Timirjasev: „Teha kindlaks seos Päikese ja rohelise taime elutegevuse vahel tähendas tõestada, et just taimede rohelise olluse — klorofüll — poolt neelatud päikesekiired tarvitatakse õhu süsihappe lagundamiseks temas, mille tulemuseks on selle orgaanilise aine tekkimine, mis on taime- ja loomariigi toidu ainsaks

allikaks. See klorofüll leidub, nagu teada, taimede rohelistes kudedes ereroheliste terakestena, jaotatult täiesti värvitus massis ning nähtav ainult mikroskoobis. Klorofüll-aine on see fookus, see punkt maailmaruumis, kus päikesekiir, muundudes keemiliseks energiaks, muutub Maa peal oleva elu lähteks.“

Päikesekiirte mõjul lagundavad taimed õhu süsihappe süsinikuks ja hapnikuks. Nad assimileerivad süsiniku ja vabastavad loomade hingamiseks vajaliku hapniku. Oletatakse, et kui Maa esialgses atmosfääris ei oleks olnud vaba hapnikku, siis see oleks tekkinud roheliste lehtede elutegevuse tagajärjel.

Nii toimub Maa õhukihis gaaside pidev ringkäik: atmosfääri saabuva süsihappe neelamine taimede poolt ja põlemiseks, hapendumiseks ning hingamiseks tarvismineva hapniku vabanemine. Süsihappe hulk täieneb peamiselt aga vulkaanilise tegevuse ja loomariigi elutegevuse tagajärjel. Selle tulemusena püsib atmosfääris kogu aeg teatav tasakaal — püsib hulk süsihapet ja hapnikku.

Taimed ei ole meile mitte üksnes toiduks, vaid ka kütuseks. Põletades ahjus puid, õlgi või turvast me saame soojus-energiat. Ka see energia kujutab endast lõpuks omal ajal taimede poolt omandatud päikese-energiat.

See energia on toodud meile päikesekiirte poolt 150 miljoni kilomeetri kauguselt ja viibinud kaua aega konserveeritult taimedes. Määratu suur hulk hiiglaslikke osje ja teisi taimi, mis mitu miljonit aastat tagasi kasvasid Maal, osutusid mingisuguste nihete tagajärjel maakoore ülemistes kihtides kaetuks mitmesuguste pinnaseliikidega. Olles pikemat aega suure rõhu all ilma õhu juurdepääsuta, muutusid need taimed kivisöeks, mis on üheks parimaks kütuseliigiks.

Oletatakse, et ka nafta on tekkinud samasugusel viisil muistsete mere- ja maisloomade jäänuste lagunemise tagajärjel teatavais tingimuses.

Oletatakse, et ka looduslikud maa-alused gaasid kujutavad endast nafta või kivisöe ladestumisega seoses olevaid eritisi. Tähendab, ka see gaasiline põletusaine, samuti nagu turvas, kivisüsi ja nafta, on tekkinud tänu orgaanilisele maailmale — taimedele ja loomadele, ning on seega järelikult taimede poolt kunagi kogutud päikese-energia, mida nüüd leitakse muundunud kujul.

Seega kõik põletusaine liigid, kõik mitmekesised kütused, kõik energeetilised tagavarad, millised leiduvad meie Maal,

on tekkinud tänu Päikesele. Päikese-energia avaldub kõiges, mis meid ümbritseb. Kõneldes Päikese tähtsusest, kirjutab K. A. Timirjazev oma raamatus „Taime elu“: „...see on peaaegu ainuke jõud, mida inimene kasutab oma sihtide saavutamiseks. Tõepoolest, peale mere tõusu-mõõna jõu, mida kasutatakse mõnedes Euroopa sadamates ja mis sõltub kuu (ja päikese) külgetõmbejõust, sõltuvad kõik ülejäänud jõumasinad, kõik ülejäänud jõuallikad kas otseselt või kaudselt päikesekiirte jõust.“ Ja edasi: „Toit on meie organismis jõuallikaks ainult seepärast, et ta pole muud midagi kui päikesekiirte konserv... ja inimesel on õigus nimetada end päikesepojaks.“

Nii suur on Päikese tähtsus elule Maal.

7. Kollane süsi

Niisiis, päikesekiired on praktiliselt ainukeseks energiaallikaks Maal. Kas ei saa sellisel juhul seda energiat ka vahetult kasutada? Kas ei saa luua selliseid seadmeid, millega abil oleks võimalik kasutada päikesekiiri meie planeedile langemise hetkel? On ju näiteks teada, et nõguspeegli abil võib ühte punkti (fookusesse) koguda, kontsentreerida küllalt suurt Päikese soojuskiirguse hulka. Kõigile on tuntud nn. süüteklaasid, mis võimaldavad päikesekiiri kontsentreerida. Sellise klaasi abil võib panna põlema paberossi, süüdata eset ilma tema juurde minemata.

Arvestused ja katsed näitavad, et kui päikesekiirte teele asetada sobival viisil nõguspeegel ja selle fookusesse paigutada veekatel, siis mõne aja pärast hakkab vesi keema. Selleks on ainult vaja peeglit päikesekiirte suunale vastavalt pöörata. Vaatamata näivale lihtsusele pole sellised seadmed rea tehniliste raskuste tõttu seni laialdast levikut leidnud. Nende seadmete konstrueerijate peamine ülesanne seisneb selles, et haarata võimalikult suurem arv päikesekiiri ja mitte lasta neid tagasi.

Sellise printsiibi järgi on ehitatud meie vene teadlase helio-tehnik K. G. Trofimovi seadmed. Lihtsaimaks seda tüüpi seadmeks on päikesepaistele asetatud tavaline lava, mis koosneb tasapinnalise klaasiga kaetud puukastist. Päikesekiirte on võimalus läbipaistvat klaasi vabalt läbida ja kuumendada kastis asuvat mulda. Seejuures ei saa mullas neeldunud soojus uuesti hajuda, kuna infrapunastel kiirte puu-

dub võime tungida läbi klaasi. Seda tüüpi seadmed kujutavad endast omapärast lõksu kiirtele. Lava sisemusse pääseb energia vabalt, aga väljuda ei saa temast kuidagi.

Et selles veenduda, tarvitseb vaid asetada selline lava selgel suvepäeval päikesepaistele ja kolme-nelja tunni pärast võib isegi käega katsudes veenduda, et mulla temperatuur lavas on kõrgem seda ümbritseva mulla temperatuurist.

Päikesekiirte energia vahetu kasutamine rahvamajanduslikeks ja tehnilisteks eesmärkideks, tema muutmise mitte üksnes soojuseks, vaid ka mehaaniliseks ja elektrienergiaks — see probleem on alles üles seatud. Sellega tegeleb inseneriteaduse eriharu — heliotehnika. Päikese-energiat ennast nimetatakse tihti „kollaseks söeks“.

Kuigi heliotehnika viibib veel algelises olukorras, on meie nõukogude insenerid, heliotehnikud B. P. Veinberg, K. G. Trofimov, F. F. Molero ja teised saavutanud teatavaid edusamme mitmesuguste seadmete loomises päikesekiirte energia kogumiseks ja kasutamiseks. Veinbergil näiteks õnnestus täiustada tavalise lava ehitust, aga Trofimovil — ehitada Taškenti päikesesaun, mis koosneb põhiliselt metalsest mustaskvärvitud ja tasapinnalise peegli alla asetatud vee- katlast. Vesi sellises katlas kuumeneb võrdlemisi ruttu keemiseni. Isegi pilves ilmadega soojeneb ta küllaldaselt selleks, et oleks võimalik pesta. Molero poolt väljatöötatud projekti kohaselt on püstitatud päikeseseade, kus vesi muutub auruks ja kasutatakse konservide tootmisel. Nõukogude heliotehnikute poolt on välja töötatud ka rida teisi päikeseseadmeid ja -aparaate, mis võimaldavad valmistada — keeta ja küpsetada — toitu, kuivatada puuvilju, keema ajada vett.

Teiseks Päikese kiirgusenergia vahetu kasutamise meetodiks on nn. „kuproks“- („vaskoksüüd“-) fotorakud¹. Sellistel fotorakkudel on omadus muuta nende langedavat Päikese kiirgusenergiat vahetult elektrienergiaks.

Kuid praktiliselt saadakse sellel viisil ainult väga nõrka voolu.

Kõik need heliotehnika saavutused on ainult esimesed sammud, on vaid otsingud, et leida teid päikese-energia vahetuks kasutamiseks. Heliotehnikas peituvad ammendamatud võimalused tema arendamiseks ja kasutamiseks rahvamajanduse mitmesugustel aladel.

¹ Fotorakkudest ja nende kasutamisest jutustatakse seeria „Populaarteaduslik sari“ raamatus: V. A. Mezentsev „Elektriline silm“, Tallinn, 1950.

8. Päikesekiirte kasutamine raviotstarbeks

lidgeist aegadest peale on inimesed kasutanud päikesekiiri haigete ravimiseks. Kuid seda ravi teostati, nii ütelda, „pimesi“. Inimesed ei tundnud päikesekiirte raviomadusi. Haigete tervenemine kirjutati „kõikvõimsa jumala“ arvele.

Üks muinas-kreeka meedik ja kirjanik iseloomustas Päikesekiirte raviomadusi järgmiselt: „Mõõdukalt kasutatud päikesekiirte soojus kõrgendab alati organismi elutegevust, kutsub esile higi, vähendab tüsedust, tugevdab lihaseid, kiirendab hingamist ja teeb teda elavamaks. Päike karastab organismi haiguste vastu.“

On teada, kui kahjustavalt mõjuvad inimeste, eriti laste tervisele, niisked ja pimedad korterid, kuhu ei tungi päikesekiired.

Koos valgusekiirtega saadab Päike meile ka ultraviolettkiiri, mis on nagu soojuskiiredeki silmale nähtamatud. Need ultraviolettkiired leiavadki eriti laialdast kasutamist meditsiinis. Üldse kasutatakse päikesekiiri praegu raviotstarbeks väga laialdaselt. Kümned tuhanded mitmesuguste haiguste all kannatavad inimesed tervenevad päikesekiirte energia mõjul, taastavad oma tööväime, saavad uuesti füüsiliselt täisväärtuslikeks, terveiks, reipaiks.

Kuid kasutada Päikest raviotstarbeks tuleb oskuslikult, mõõdukalt ja kindla arstliku kontrolli all. Oskamatu ja ebamõõdukas Päikesekiirte kasutamine võib tuua mitte kasu, vaid kahju, kutsuda esile põletusi, „päikesepisteid“ jne.

Pärast seda kui oli kindlaks tehtud, millised päikesekiired nimelt omavad ravivat mõju, õppisid inimesed looma kunstlikku ehk, nagu teda nimetatakse, „kõrguspäikest“. See on kõigile tuttav kvartslamp.

„Kõrguspäikesega“ kiiritamist kasutatakse ka veterinaarias. „Kõrguspäikesega“ kiiritatud kanad muutuvad mitmesuguste haiguste vähem vastuvõtlikeks ja munevad rohkem; kiiritamata kanade munadega võrreldes ei rihne nende munad nii kergesti.

Seega päikesekiired ei too meile mitte ainult toitu, soojust ja valgust, vaid ka tervist.

Lõppsõna

Jutustasime selles väikeses raamatukeses ainult väga vähesellest, mida tänapäeva teadus teab Päikesest.

Päikese igakülgisel tundmaõppimisel on suur tähtsus mitte ainult temal toimuvate protsesside selgitamiseks, vaid ka tähtede arvutu maailma füüsilise olemuse tunnetamiseks. Sest meie Päike on ainult üks tähtedest, meile kõige ligem ja uurimiseks kõige kättesaadavam.

Nagu me nägime, omab teadus Päikesest suurt tähtsust ka Maal toimuvate geofüüsiliste protsesside uurimiseks. Päikeses peitub kolossaalne tagavara „põletisainet“, ta on kõikide energeetiliste ressursside allikaks, mida omab meie planeet. Päikesekiired, ületades 150 miljoni kilomeetrise vahemaa, toovad meile soojust ja valgust, mis muutuvad kõige mitmesugusemateks energialiikideks. Päikese elustavate kiirte all kasvavad ja valmivad arvutud kõrrelised, valmivad viljad, mis on inimesele toiduks. Päike on taime- ja loomariigi kogu mitmekesisuse allikaks meie planeedil.

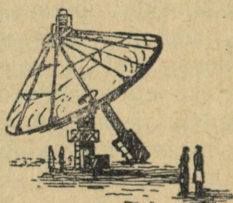
Teadus Päikesest on veel väga noor. Kuid juba praegu on määratud Päikese ja tähtede atmosfääride temperatuur ja keemiline koostis, on tehtud kindlaks Päikese ja tähtede liikumiskiirused, massid ja tihedused.

Kodanlikud teadlased, kes ei tunnusta materialistlikku maailmakäsitust, kuulutasid, et inimene ei või kunagi teada saada, millest koosnevad Päike, tähed ja teised taevakehad. Nad kinnitasid, et inimlik tunnetus on piiratud, et sellel on piir. Materialistlik teadus lükkas need teadlaste-idealiste kinnitused ümber; praegu on meile tähtede keemiline koostis põhiliselt teada. Jälle ja jälle leidis kinnitust marksistlik-leninliku filosoofia õigsus, mis õpetab, et pole tunnetamatuid asju, on aga ainult seni veel tunnetamatuid asju, mis aga varem või hiljem tunnetatakse.

Kodanlikud teadlased püüavad rahvast hirmutada iga-suguste „teooriatega“ maailma hukkumisest, Päikese „kustumisest“, maailmakatastroofide võimalikkusest ja meie Maa kokkupõrkamisest teiste massiivsete kosmiliste kehade-ga. Materialistlik teadus tõestas nende „teooriate“ põhjen-damatuse. Inimene võib julgelt vaadata tulevikku. Tõepoo-lest, inimese tunnetusel pole piire ega ületamatuid asju! Iga aastaga tunnetab inimene üha sügavamalt universumit, tun-netab Maad ja tähtede maailma, õpib üha sügavamalt tunda Päikest, asendades vaieldavaid ja valeteooriaid täpsete, teaduslikult kontrollitud andmetega.

Täna astusime aatomienergia ajastusse, homme — seda võime veendunult kinnitada — lahendavad meie järeltulijad edukalt planeetidevahelise liikluse probleemi. Iga aastaga

alistab inimene üha sügavamalt ja mitmekülgsemalt loodus-
jõude, allutab endale need jõud, paneb nad, nende hulgas ka
päikesekiirte — Maal oleva elu lätte — võimsa energia, tee-
nima oma huvisid.



K a a n e l : Kaltsiumprotuberants 10. X 1910.

Toimetaja B. Betlem

Kaane kujundaja R. Tungla

Tehniline toimetaja E. Plaks

Korrektorid A. Raik ja L. Golberg

Ladumisele antud 17. XII 1951. Trükkimisele antud 7. II 1952.
Paber 54×84 sm, $\frac{1}{10}$. Trükiarv 5000. Trükipoognaid 3. Formaadile 60×92
kohaldatud trükipoognaid 2,46. Arvutuspoognaid 2,6. Tellimise nr. 2147.
MB-04851. Trükikoda „Punane Täht“, Tallinn, Pikk 54/58.

На эстонском языке

Hind rbl, 1.05

.k.

Rbl. 1.05

A-16558

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00356937 5