POPULAARTEADUSLIK SARI



T. IVANOVSKI

PÄIKESE PEREKOND

RK „TEADUSLIK KIRJANDUS"

A=16558

Duplum

M. IVANOVSKI

PÄIKESE PEREKOND



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“
TARTU, 1947

Tõlgitud teose järgi: М. Ивановский, Семья солнца. Научная редакция А. А. Немиро. Государственное Издательство Детской Литературы Министерства Просвещения РСФСР, Москва/Ленинград, 1946
Tõlkinud A. Kiviste.



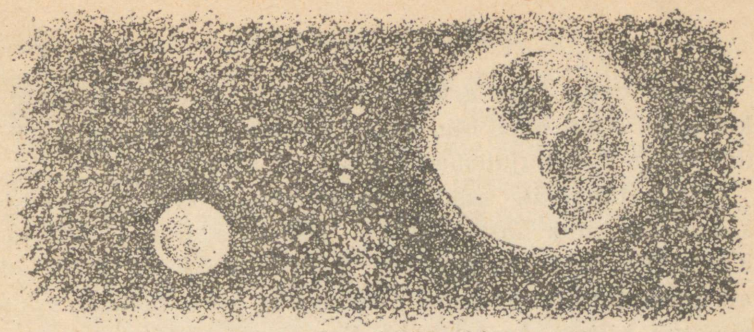
12966
A-16558

Eessõna.

Selles raamatus jutustatakse Maast, tema kaaslasest Kuust ja teistest Päikese perekonna liikmeist — planeetidest ja komeetidest.

Lugeja saab teada, kuidas on leiutatud teleskoop ja kuidas see on võimaldanud inimese silmale näha kaugeid maailmu: Merkuuri, Veenust, Marssi, Jupiteri, Saturni, Uuranit, Neptuuni ja Plutot, millised planeedid ühes Maaga tiirlevad ümber keskse taevakeha — Päikese.

Visa töö, sangarlike tegude ja isegi inimohvritega vallutasid õpetlased iga sammu taevalaotuse suurte saladuste tunnetamise teekonnal ja lõid teaduse maailmaruumist — astronoomia.



Esimene peatükk.

Maakera on meie kodu.

Elame Maa peal. See on meie kodu maailmaruumis. Tavalisest kodust läheme, kuhu soovime, kuid lahkuda Maa pealt ja lennata õhutusse ruumi me seni veel ei suuda. Tulevikus oskavad inimesed kahtlemata ehitada sellise kosmilise laeva, millega on võimalik sooritada reise maailmaruumis, ja selles pole midagi võimatut. Õpetlased arvavad, et see võib toimuda peatselt, võibolla isegi käesoleval sajandil.

Reisija, asudes kaugele teekonnale, teab, kuidas ta koju tagasi pöördub. Ta oskab leida teed tagasi. Aga neid, kes ei tunne ära oma kodu, ei või lubadagi minna kaugele reisile, koguni mitte tavalisele jalutuskäigule.

Kuid kas me tunneme oma kodu? Mis on meie Maa? Milline on ta välimus, milline on ta kuju, kui suur ta on? Kas liigub ta või seisab paigal? Seda peavad teadma niihästi tulevased reisijad kosmilistes avarustes kui ka kõik inimesed, kes elavad Maa peal. Meie elamust maailmaruumis, meie Maast kõnelemegi esimeses jutustuses.

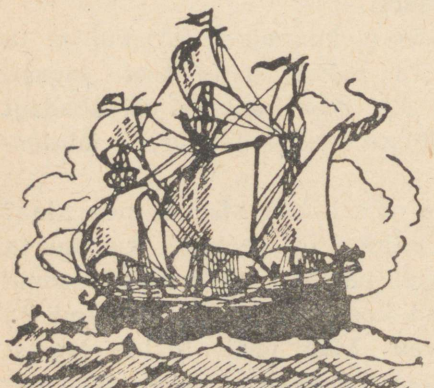
Maa on kerakujuline.

Juba vanal ajal arvasid inimesed, et Maa on kerakujuline. Kuid need olid ainult oletused. Veenvaid tõendeid Maa kerakujulisusest siis veel ei olnud.

Neid tõendeid saadi meresõitjailt. Nelisada viiskümmend kuus aastat tagasi sõitis kuulus Christoph Kolumbus oma laevaga üle Atlandi ookeani. Jõudnud maakera teisele poolele, avastas ta uue mandri, mis nimetati hiljem Ameerikaks. See tähtis sündmus toimus 28. oktoobril 1492. aastal.

Varsti pärast Kolumbust sõitis merele teine kuulus meremees Fernão de Magalhães, kavatsedes kogu aja purjetada lääne suunas, et teha niiviisi ring ümber Maa ja tulla tagasi koju ida poolt, millega olekski olnud tõestatud Maa kerakujulisus.

20. septembril 1519. aastal lahkusidki Magalhães'i juhtimisel San-Lukari sadamast viis laeva ja purjetasid avamerele. Raske meresõit kestis palju kuusid. Hukkus neli laeva ja Magalhães ise suri 27. aprillil 1521. aastal Filipiini saartel. Ainult viies laev „Victoria" saabus del Cano juhtimisel tagasi Hispaaniasse, olles viibinud meresõidul ligemalt kolm aastat. „Victoria" oli esimene laev, mis tegi sõidu ümber Maa. See esimene reis ümber maailma lõppes 6. septembril 1522. aastal.



Purjekas „Victoria".

Tänapäeval on reis ümber maailma kõige tavalisem nähtus. Õhu-

sadamas võib osta pilet ja istuda kas reisi või postilennukisse; sõlmpunktides tuleb ümber istuda ühest lennukist teise. Selliselt võib lennata ümber Maa 151 tunniga. 1945. aastal avas Ameerika Ühendriikide tsiviillennuvalitsus korrapärase lennuühenduse ümber maailma. Reisikavas on ette nähtud järgmised punktid: Washington, New York, Bermuda saared, Assoori saared, Casablanca, Tripoli, Kairo, Karotši, Kalkuta, Lilijang, Filipiini saared, Mariaanide saared, Marshalli saared, Johnston, Honolulu, San Francisco, Kansas, Washington. Teekonna pikkus on kolmkümmend seitse tuhat kilomeetrit; ümberistumisaeg välja arvatud, kestab lennuaeg 120 tundi 45 minutit.

Kui aga sõita erilennukil, nõuab teekond ümber maailma veelgi vähem aega — kõigest neli ööpäeva. Kuid ega seegi pole veel lõplik piir. Tänapäeva rakettmootoritega reaktiivsed lennukid arendavad kiirust üle kahe tuhande kilomeetri tunnis. Nad võivad sooritada lennu ümber maailma umbes 40 tunniga.

Meie lendurid Nõukogude Liidu Kangelased V. Tškalov ja hiljem M. Gromov lendasid esimestena üle põhjanaba ja maandusid Ameerikas.

Kõik need suurepärased retked tõendavad, et Maa on tõepoolest kerakujuline, ja just sellepärast reisijad ja lendurid, asudes pikale teekonnale, koostavadki oma reisikava gloobuse järgi. Suurematekš lendudeks on kaardid ebasobivad, sest nad on lausikud ja seepärast ei anna õiget kujutlust Maa pinna kerakujulisusest.

Igaüks võib veenduda Maa kerakujulisuses, olles sooritanud astronoom Young'i poolt soovitatud katse.

Valige suure järve, kanali või jõe kaldal välja umbes kolme kilomeetri pikkune täiesti tasane maa-ala. Lööge kalda lähedal põhja sirgjoones kolm teivast

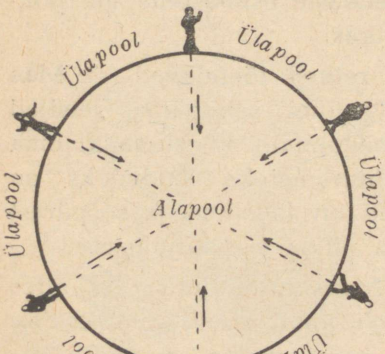
poolteise kilomeetri ulatuses, nii et teivaste otsad ühevõrra veepinnast välja jääksid.

Seejärel astuge esimese teiba juurde ja vaadake nii, et teie silm ja äärmiste teivaste otsad oleksid ühel sirgjoonel. Vaatamata sellele, et teibad ulatuvad võrdselt veepinnast kõrgemale, osutub keskmise teiba ots umbes 17 cm kõrgemal otsejoonest, mis ühendab äärmiste teivaste otsi. See tõestab, et maapind on kumer.

Kus on Maal ülemine, kus alumine pool?

Kujutleme, et omame võluprille. Paneme need ette ja vaatame oma jalgade alla läbi Maa. Me näeme, kuidas meie all teisel pool Maad magavad oma voodites ameeriklased, ja kõik voodite jalad on ülespidi. Kui saabub neil hommik ja inimesed ärkavad, näeme, et nad käivad, jalad ülespoole, nagu kärbsed mööda lage. Autod sõidavad seal, rattad ülespoole, majad seisavad, katused allapoole, ja jõed voolavad, põhi ülalpool. Lühidalt, seal on kõik ümber pööratud.

Võib küsida, miks ameeriklased Maa pealt alla ei kuku ja kuidas nad tunnevad endid sellises näiliselt ebasobivas asendis? Osutub aga, et ameeriklased ei tunne mingisuguseid ebasobivusi. Öeldes „ülemine pool" („ülapool") näitavad nad taeva suunas ja öeldes „alumine pool" („alapool") näitavad maa poole. Tähendab, nad toimivad niisama nagu meiegi. Nii



Siin on maakeral üla- ja alapool.

meil kui neil on alumine pool Maa keskkoha suunas ja ülemine pool taeva suunas.

Asi on nii, et Maa tõmbab meid enese külge, hoiab meid enda küljes nagu magnet rauapuru. Maa tõmbejõud ei luba ookeanidel ja meredel kallastest välja voolata, ta hoiab enese küljes maakera ümbritseva õhu ja ei lase sellel hajuda maailmaruumi. Kõik, mis on olemas Maa peal, allub ta võimsale tõmbejõule. Seepärast kukuvadki kõik kehad Maa peale tagasi, et Maa tõmbab neid enese külge. Niihästi külmades tundrates kui ka palavates kõrbedes, niihästi kõrgeimais mägedes kui ka sügavate kaevanduste põhjas kukuvad kõik esemed Maa peale.

Kui mõtlete hästi järele, siis saate aru, et mõisted ülemine ja alumine pool on vaid kohalikud mõisted. Neil on meie jaoks mõte seni, kuni asume Maal. Lahkudes oma planeedilt, lennates kaugele tähtede juurde, tuleb lennu kestel unustada need sõnad. Seal kaotavad nad igasuguse tähenduse, muutuvad mõttetuks. Tõepoolest, kus on ülemine ja kus alumine pool, kui ümberringi mustab piiritu maailmaruumi tühjus miljonite tähtedega?

Maailmaruumis pole ülemist ega alumist poolt, või võib ka öelda, seal on kõikjal ülemine ja kõikjal alumine pool.

Millele toetub maakera?

Tahtmatult kerkivad keelele küsimused: millele toetub Maa? kas ta ripub, lamab või seisab? Kuid need on asjatud küsimused. Gloobusele on alus tarvilik, et ta ei kukuks. Maakerale pole alust vaja. Maa ei kuku iialgi. Järgmistes peatükkides saame teada, et ta keer-

leb nagu vurr ja kihutab edasi maailmaruumis saja kaheksa tuhande kilomeetrise tunnikiirusega.

Jah, kahurimürsust kolmkümmend korda kiiremini kihutab meie Maa maailmaruumis ümber Päikese.

Aasta jooksul teeb Maa täisringi ümber Päikese, ja alates järgmist ringi ei kahanda ta sugugi oma tohutut kiirust. Nii kestab see miljardeid aastaid. Kui Maal ei oleks seda suurt liikumiskiirust, oleks ta juba ammu kukkunud Päikese peale.

Samuti kui Maa, tõmbab ka Päike enese külge kõiki teda ümbritsevaid esemeid ja isegi tugevamini kui Maa. Selleks, et mitte kukkuda Päikese peale, peab meie Maa liikuma väga kiiresti. Maakera liikumisel ümber Päikese tekib tohutu jõud, mis hoiab Maad kukkumast. Siduge nööri otsa võti või raudmutter ja keerutage seda ümber oma pea. Te tunnete, kui tugevasti mutter kisub teie käest nööri, ja mida kiiremini teie keerutate mutrit, seda tugevamini peate hoidma nööri.

Ringliikumisel tekkiv jõud hoiabki Maad oma orbiidil. Päike tõmbab enese külge meie Maad ja ei lase tal eemalduda, kuid ei suuda teda täielikult enda külge tõmmata, sest Maa kihutab tohutu kiirusega ümber Päikese.

Maa pöörleb kui vurr.

Keegi ettevõtlik inimene pani ühte Pariisi ajalehte kuulutuse: ta lubas näidata ümber maailma reisi teostamiseks kõige lihtsama ja odavama viisi sellele, kes maksab talle viiskümmend kopikat. Leidus kergeusklikke narre, kes saatsid nõutava raha. Varsti said nad kirjaliku vastuse ühes juhendiga, kuidas võib odavasti rännata.

Kirja autor osutus kelmiks. Ta soovitas jääda oma tuppa ja sealt mitte väljuda. Ööpäeva jooksul teeb maakera ümber oma telje pööratès ringi ja seega ongi inimesed sooritanud reisi ümber maailma. Kelmi üle mõisteti kohut; tal tuli tagastada raha ja kanda vastav karistus. Kuid omamoodi oli tal siiski õigus. Maakera pöörleb tõepoolest ja me kõik sooritame iga päev tahtmatult reisi ümber maailma [1]).

Vurrina pööreldes teeb Maa ööpäeva jooksul ühe ringi. On arusaadav, et teie nõuate tõendeid. Kas elame siis tõesti hiiglasuurel vurril? Seda pole iialgi keegi tundnud ega märganud.

Ükski meist ei taju Maa pöörlemist sellepärast, et Maa pöörleb täiesti sujuvalt, kuid sujuvat ja ühtlast liikumist meie ei märka. Sõites paadiga pange aerud kõrvale ja laske paadil libiseda pärivoolu. Jõgi veeretab oma vooge väga ühtlaselt ja teile näib, et paat püsib paigal, kuid kaldad ujuvad teist aeglaselt mööda.

Niisamuti ei tundnud julged papaaninlased, kuidas ujus nende jääpank. Ainult taevatähti vaadeldes võisid nad kindlaks teha, kui palju on vool neid edasi kandnud. Parimaks Maa ühtlase pöörlemise tõendiks ongi just see, et meie seda ei märka.

Kuid mõnikord on Maa pöörlemine üsna tunduv. Näiteks segab see kahurväelasi täpsel tulistamisel. Seni kui mürsk lendab õhus, kaldub märkkoht Maa pöörlemise tõttu kõrvale. Maa ühes märkkohaga otsekui libiseks mürsu alt eemale ja mürsk kukub kõrvale maha. Maa pöörlemise tõttu kalduvad tänapäeva kaugelaskekahurite mürsud mõnikord mitukümmend meetrit kõrvale.

---

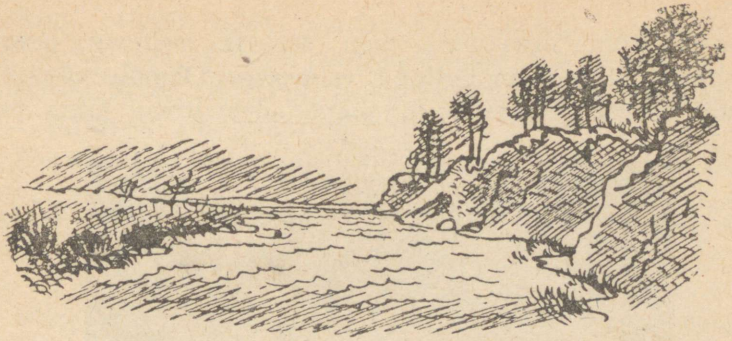
[1]) Tõelikult ümber maakera telje, aga mitte ümber maakera pinna, s. o. ümber maakera kui niisuguse. (Vastutav toimetaja.)

Maa pöörlemine võib saada hädaohtlikuks isegi kogu linnale. Näiteks hävitas Maa pöörlemine Karakalpaki vabariigi pealinna Turtkulli. See linn asetseb Amu-Darja jõe paremal kaldal. Kakskümmend viis aastat tagasi oli jõest kuni Turtkullini ligi kümme kilomeetrit. Kuid Amu-Darja uhtis ära selle vahemaa ja lähenes juba linna müüridele. Ühes uhutud kallastega hakkasid linna majad vette varisema. Vabariigi pealinn tuli üle viia Nukuse linna, kuna Amu-Darja jõele hakati ehitama kaitseseadeldist, et päästa Turtkull lõplikust hävinemisest.

See pole ainus linn, mis kannatab Maa pöörlemise tagajärjel. Kõiki põhjapoolkera linnu, mis on ehitatud jõgede parempoolseile kaldaile, ähvardab niisamasugune uhtmine. Kuid linnad, mis on ehitatud vasakule kaldale, jäävad jõest kordkorralt kaugemale, jõed eemalduvad neist. Näiteks on Volga Kaasani linnast eemaldunud juba kaheksa kilomeetrit. Teie isegi olete võinud mõnikord tähele panna, et jõe parempoolne kallas on järsem kui vasakpoolne. Missugune jõud sunnib põhjapoolkeral asetsevat jõge end paremale kaldale suruma ja teda uhtma? See on Maa pöörlemise jõud.

Jääpangal triivides jälgisid papaaninlased tähelepanelikult, kuhu kannavad neid tuul ja vool. Nende jääpank ujus, nagu Põhja-Jäämere jääd üldse, tuulest aetuna. Kuid peale selle surus veel mingisugune jõud pidevalt, püsivalt ja ühtlaselt jääpanku paremale poole — Gröönimaa suunas. See oli Maa pöörlemise jõud.

Jõgede vool, ujuvad jääd, õhuvoolud ja üldse kõik, mis liigub, püüab Maa pöörlemise tõttu kalduda paremale.



Jõed põhjapoolkeral uhuvad parempoolset kallast.

Selle seaduse avastas vene õpetlane akadeemik K. Baer aastal 1857. Baeri seadus osutub Maa pöörlemise tähtsaks tõendiks.

Peamiseks tõendiks osutub siiski Foucault' (loe: fukoo) kuulus katse. See katse, mis lõplikult veenis kõiki neid, kes kahtlesid Maa pöörlemises, tehti aastal 1851. Niisiis alles üheksakümmend kuus aastat tagasi oli tarvis veel tõestada, et Maa pöörleb.

Pantheoni, Pariisi kõrgeima saali kupli alla riputati terastraadi otsa kahekümne kaheksa kilogrammi raskune kera. Kera alumisele poolele kinnitati teravik. Saadi määratu suur kuuekümne seitsme meetri pikkune pendel, mille alla ehitati madal ümmargune lava. Lavale puistati kiht puhast peenikest liiva. Pendel tõmmati kõrvale ja seoti nööriga kinni. Oodati seni, kuni traadi võnkumine jäi seisma, siis süüdati pendlit hoidev nöör põlema.

Nöör katkes ja kera hakkas traadi otsas võnkuma. Liikudes lava ääreni, tegi kera oma teravikuga joone liivasse.

Akadeemikud, professorid, ajakirjanikud ja vaatlejad jälgisid suurima tähelepanuga pendli liikumist. Kera lõpetas esimese võnkumise ja algas teist. Liikunud

tagasi kuni liivakihini, tegi teravik sellesse teise kriipsu, mis aga ei ühtinud esimesega. Pendli võnkumine jätkus, ja iga kord, puudutades liiva, jättis ta



Foucault' katse.

järele vaokese uuel kohal. Nimelt uuel, mitte kunagi vanal.

„Mis see tähendab?" küsiti Foucault'lt. „See tähendab," vastas pendli leiutaja, „et meie näeme oma silmadega Maa pöörlemise mõju."

Pendel ei või iseenesest pöörduda sinna, kuhu ta tahab. Õpetlased-mehhaanikud ütlevad, et pendel võib

võnkuda ainult ühes muutumatus suunas. Aga kui see on nii, siis pöördub pendli all olev lava, millele on puistatud liiva. Tähendab, pöördub Maa ise, millele on ehitatud lava. Maa pöörleb.

Foucault' katset korrati hiljem korduvalt mitmesugustes linnades. Leningradis näidati seda Iisaku kirikus.

Koht, kus igas suunas on lõuna.

Maa pöörleb vurritaoliselt ümber oma telje. Vurril on tõeline telg, mille ümber ta pöörleb, olles põrandal või laual. Maakeral sellist telge ei ole. Astronoomid nimetavad Maa teljeks kujutletavat sirget, mille ümber Maa pöörleb. See on ainult kujutletav joon, aga mitte mingisugune varras, millele Maa oleks nagu otsa pistetud.

Lepiti kokku, et need kohad, kus kujutletav joon väljub Maa pinnast, tuleb nimetada poolusteks ehk nabadeks. Sõna poolus on tuletatud kreeka tegusõnast „poleo", mis tähendab „pööran".

Põhjapoolus asetseb põhjapoolkeral, lõunapoolus aga on Antarktise jääväljade keskel.

Julged nõukogude uurijad on käinud põhjapoolusel. 21. mail 1937. aastal maandus Nõukogude Liidu kange-



Papaaninlased põhjapoolusel.

lane M. Vodopjanov oma lennukiga jääl, täpselt seal kohal, kus Maa telg oleks võinud välja ulatuda. Arusaadavalt ei olnud seal mingisugust telge ega telje otsa.

Arktise uurijad väljusid lennukist. Vodopjanovi lennukile jõudsid järele kolm lennukit, mis tõid kaasa papaaninlastele kõik vajaliku elamiseks ja tööks Arktise karmis kliimas. Kaasatoodud kraam kaalus tervelt kümme tonni. Siin oli igasuguseid produkte, riideid, kütet, soe telk, mis oli värvitud mustaks, et ta soojeneks päikesekiirte mõjul; oli ka veel relvi jahipidamiseks ja kalapüügiriistu.

Papaaninlased lendasid põhjapoolusele, et tundma õppida elutingimusi selles maakera uurimata punktis. Kõigepealt raiusid nad jäässe augu ja mõõtsid ära ookeani sügavuse, mis osutus tõeliseks ookeanisügavuseks: neli tuhat kakssada üheksakümmend meetrit.

Maa poolused on väga huvitavad punktid. Põhjapoolus on kõige põhjapoolsem koht Maa peal. Kõikjal ta ümber on lõuna, seal pole ida ega läänt, samuti põhja. Teistes kohtades on asi lihtne: kui pöördud näoga põhja poole, siis on paremal pool ida, vasakul lääs, selja taga lõuna, kuid poolusel, kuhupoole ka ei pöörduks, igas suunas on lõuna. Näiteks kui papaaninlastel oli tarvis päevikusse märkida, missugune tuul puhub, ei osanud nad seda teha, sest igasugune tuul on alati lõunatuul ja puhub lõunasse.

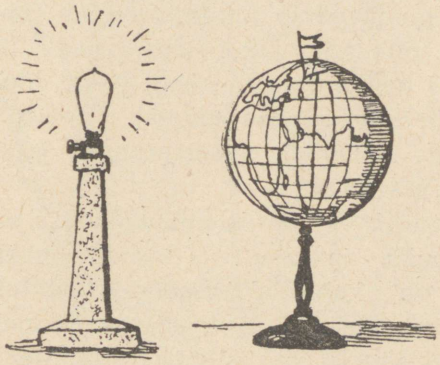
Kuid merehoovused kandsid jääpanga kiiresti lõuna poole, kõik ilmakaared olid jälle omal kohal ja need ebamugavused kadusid.

Kas on võimalik sattuda eilsesse päeva.

Meile näib, et Päike tõuseb iga päev idast ja loojub läände, s. o. ta teeb ringi ümber Maa. Tegelikult

on Päikese liikumine taevavõlvil ainult näilik. Tõeliselt pöörleb Maa ümber oma telje ja asetab päikesekiirte alla kord lääne-, kord idapoolkera. Kui meile paistab hele Päike, siis maakera teisel poolel on öö, Atlandi ookeanil varane hommik, kuid Kaug-Idas õhtu.

Kui Moskva kooliõpilane läheb kooli, siis on Stalinabadi koolides juba suurvaheaeg. Irkutskis on lapsed juba koolist koju jõudnud ja lõunastavad. Kamtšatkas on videvik, kooliõpilased valmistuvad järgmise päeva



On õhtu. Lamp päikesena paistab lipukesele läänekaarest.

tundideks, Alaskas on õhtu ja lapsed heidavad magama. New Yorgis magavad kooliõpilased juba ammu, taanlased hõõruvad alles silmi, nad tõusevad üles ja riietuvad — neil on varahommik. Maakera igas kohas on oma aeg. Ja see aeg liigub.

Otsige gloobusel üles oma linn või umbkaudne koht, kus elate, ja märkige see lipukesega. Seejärel asetage lauale lamp, mis peab kujutama Päikest, ja pöörake aeglaselt gloobust. Kui lipuke, mis tähistab teie asukohta, asetub otse vastu Päikest, siis on keskpäev. Pöörake gloobust edasi, ja lipuke hakkab kõrvale nihkuma.

Ta vari muutub ikka pikemaks ja pikemaks, jõuab õhtu. Valgustamata poolel kadus lõpuks lipuke, seal saabus öö. Jätkake gloobuse pööramist. Lipuke läheneb lambivalgusele teiselt poolt — algab hommik.

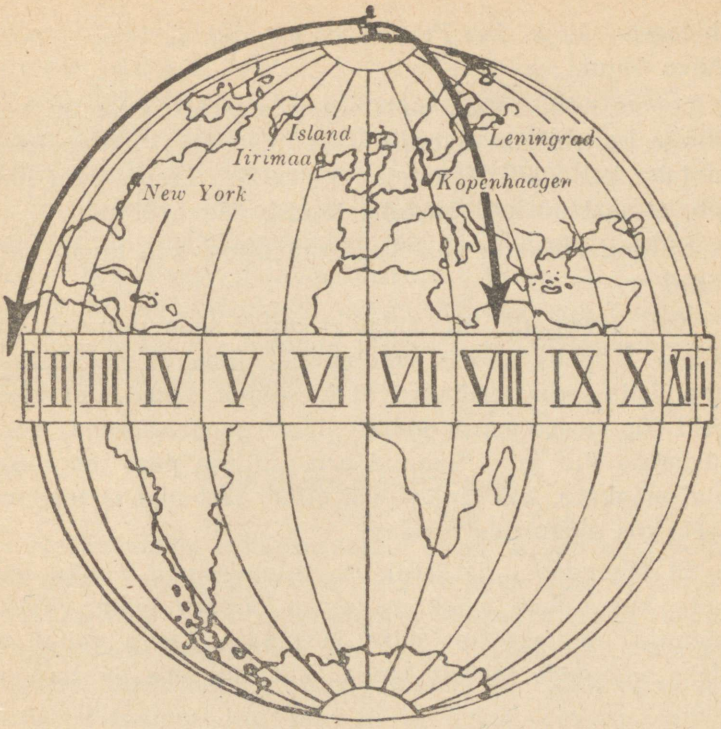
Niisamuti teeb ka teie maja ringi ümber Maa telje. Iga ööpäeva jooksul kaob ta korraks maakera varjulisele öisele poolele, kuni uuesti ilmub Päikese kiirtest valgustatud küljele.

Maa pöörlemine annab meile põhilise ajamõõdu — ööpäeva, mis jaguneb kahekümne neljaks tunniks. Selline jaotus on laenatud antiikrahvastelt. Babüloonias ei arvutanud inimesed kümnetega, nagu teeme meie praegu, vaid tosinatega. Kumbagi poolt ööpäevast lugesid nad kaheteistkümneks tunniks. Teised rahvad on Babülooniast laenanud niisamasuguse jaotuse, mis on säilinud tänapäevani.

Tund jaguneb omakorda kuuekümneks minutiks, s. o. viieks tosinaks, ja minut — kuuekümneks sekundiks. Ööpäevas on kaheksakümmend kuus tuhat nelisada sekundit. Meie täpsed kellad, mis ei jää maha ega rutta ette, peavad täpselt ära mõõtma iga Maa ööpäevases ringis kaheksakümmend kuus tuhat nelisada sekundit. Igal tähisel ööl vaatlevad kogu maailma täheteadlased taevatähti ja arvutavad täpset aega, mida teatavad meile raadio kaudu, et võiksime kontrollida oma ajanäitajaid. Kella osutite käik peab rangelt vastama looduslikule kellale, s. o. maakera pöörlemisele.

Mõnikord valmistatakse isegi väikese gloobuse kujulisi kelli, millede osutid kinnitatakse põhjapoolusele ja arvud ühest kuni kahekümne neljani paigutatakse ekvaatorile.

Jääb veel selgitada küsimus, mis omal ajal põhjustas palju vaidlusi teadlaste hulgas. Tõepoolest, kui vaadelda tähelepanelikult maakerakujulise kella joonist, ei ole



Gloobuskell.

raske taibata, et kui meil on kell üheksa hommikul, siis on teisel pool maakera kell üheksa õhtul. Kui meil on päev, siis on seal öö, — seegi on selge. Võidakse aga küsida, et kui Ameerikas on öö, missugusesse ööpäeva see siis kuulub, kas tänasesse, eilsesse või võib-olla koguni homsesse?

Katsume seda selgitada. Eksimuste vältimiseks võrdleme kannatlikult kellaaegu. Moskvas on kell üheksa hommikul, Kopenhaagenis on kell kaheksa, Londonis seitse, Islandil kuus, Gröönimaal viis, New Yorgis kaks,

Chicagos üks ja San Franciscos on kell üksteist eelmise päeva õhtul.

Loeme nüüd kellaaegu teises suunas. Moskvas on kell üheksa hommikul, Sverdlovskis üksteist, Vladivostokis on juba kell neli päeval ja jõudes San Francisconi ilmneb, et seal on kell üksteist tänase päeva õhtul.

Milline õhtu on siis San Franciscos, kas tänane või eilne?

Kui arvestada nii, nagu tegime seda eespool, siis võime lõppeks hoopis segi minna, ilma et suudaksime lahendada seda peadmurdvat ülesannet. Omal ajal vaidlesid õpetlased-astronoomid ühes geograafidega selle küsimuse üle ja ei saanud aru, milline päev on teisel pool maakera, kas tänane või eilne, sest nad ei teadnud veel, kus algab uus ööpäev!

Et lahendada aja küsimus, tuleb esmalt kokku leppida, kus kohas maakeral algab ööpäev. On vajalik määrata kindlaks piir eilse ja tänase päeva vahel, et oleks võimalik täpselt teada, kus on täna ja kus on eile.

Õpetlased leppisid kokku, et ööpäeva piirjoon algab põhjapooluselt, läbib Põhja-Jäämere asustamata avarused, läheb edasi Beringi väina pidi ja sealt peaaegu otsesihis lõunapooluseni. Edasi lepiti kokku, et piirjoonest lääne pool on tänane päev, teisel pool piirjoont — Ameerikas — eilne päev. Sellepärast ongi San Franciscos meie aja suhtes eilne päev, s. o. kui meil on kümnes kuupäev, siis seal on üheksas. Kui näiteks meil on 1. september, siis San Franciscos on 31. august.

Kui inimesed sõidavad üle ööpäeva piiri, tekib naljakaid juhtumeid. Näiteks jätab Nõukogude Liidust Ameerikasse sõitva laeva kapten kahe päeva lehed kalendrilt rebimata, aga laeva päevikusse märgitakse

kaks päeva ühe kuupäevaga, sest laev sõidab tänasest eilsesse päeva.

Kui laev sõidab Ameerikast Nõukogude Liitu, siis rebib kapten kalendrilt korraga kaks lehte ja päevikusse märkmeid tehes jätab ta ühe kuupäeva vahele.

Need, kes armastavad oma sünnipäeva pühitseda kaks korda aastas, peavad sõitma üle Beringi väina, sest Ameerikas satuvad nad eilsesse päeva. Reis eilsesse päeva ei kujuta midagi imestusväärset ega haruldast, selleks piisab, kui ületada piirjoon, s. o. ööpäeva joon, kus vahelduvad kuupäevad.

Kahurimürsust kiiremini.

Niisiis elame määratu suurel keral ja see kera pöörleb nagu vurr. Nüüd jääb meil tundma õppida, kuidas Maa kihutab kosmoses, otsekui oleks ta välja lastud hiiglasuurest kahurist. Jah, meie Maa lendab ümber Päikese lakkamatult, ilma peatumata, kolmkümmend korda kiiremini kui mürsk, ja aasta jooksul teeb ta ümber Päikese tohutu ringi.

Selline Maa liikumine on tasane, rahulik, mispärast me ei tunne ega märka seda. Igapäevases elus ei ole võimalik leida tõendusi seesugusele Maa liikumisele. Ta ei mõjuta mingil viisil jõgede voolu ega pendli võnkumist.

Kuid teadus on leidnud mitu veenvat tõendust. Olgu siin esitatud üks neist.

Kui sõidate rongiga ja vaatate aknast välja, siis näete, et telefonipostid ja teised lähedased esemed jooksevad kiiresti aknast mööda vastassuunas, kuid kaugemal asetsevad esemed, veski või puud kusagil horisondil, nagu liiguksid ühes rongiga. Mõistagi on see lii-

kumine vaid näilik: sõidab rong, kuid postid, veski, puud ning kõik lähedased ja kauged esemed seisavad paigal.

Täheteadlased, vaadeldes päevast-päeva teleskoopidega taevast, märkasid eelnevaga üpris sarnast nähtust. Maa on siin vagun, teleskoop — aken, aga taevatähed on kauged esemed, mis samuti vaevalt märgatavalt liiguvad oma kohalt.

Kui rong sõidab kogu aja ühes suunas, siis näib meile, et kõik asjad jooksevad vastupidiselt, s. o. tagasipoole. Kuid taevatähed ei liigu nii. Aasta jooksul teevad nad väikesed ringikesed taevas. On arusaadav, mispärast. Maa tiirleb ümber Päikese, seepärast näibki meile, et tähed liiguvad niisamuti ringi. Ainult need ringikesed on väga väikesed, hädavaevalt märgatavad, sest tähed on meist määratu kaugel.

Need ja paljud teised vaatlused, mis on teostatud astronoomiliste aparaatide abil, tõendavad inimestele, et Maa tõepoolest liigub maailmaruumis.

Üht taevanähtustest, mis kinnitab samuti Maa liikukumist, võivad vaadelda ka mittetäheteadlased. Selleks on tarvis viibida mõned ööd lahtise taeva all ja lugeda lendtähti.

Kui inimene jookseb vihma käes, siis saavad ta riided märjaks eriti rinnapoolelt, kuid seljapoolel jäävad nad peaaegu kuivaks. Maa oma teekonnal kosmoses kohtab lendavaid väikesi kivikesi ja liiva. Põrgates hiigla jõuga vastu Maa õhukihti, hakkavad need kivikesed hõõguma ja lendavad nagu heledad sädemed mööda taevalaotust. Neid nimetatakse lendtähtedeks ehk meteoorideks. Kui Maa liigub, siis peab langema palju rohkem meteoore ta „esipoolele" kui „seljapoolele".

Lugedes lendtähti on täheteadlased veetnud palju uneta öid. Täheteadlased on teinud kindlaks, et hommikueelseil tundidel (Maa lendab edasi just oma hommikupoolse küljega) langeb tähti neli korda rohkem kui õhtul. Maakera õhtupoolne külg on nagu Maa „selg", sinna langeb meteoore palju vähem.

Seda vaatlust võib kontrollida iga astronoomiaharrastajate ring.

Niisiis Maa liigub. Ta sooritab ringi ümber Päikese kolmesaja kuuekümne viie ööpäeva ning kuue tunni jooksul, s. o. ühe aasta kestel. Järelikult seegi ajamõõt on võetud loodusest niisamuti kui ööpäevgi.

Igal aastal asendub soe ja rõõmus suvi vihmase sügisega, sügisele järgneb külm talv ühes tuisu ja pakasega, talve järel aga algab rõõmus roheline kevad.

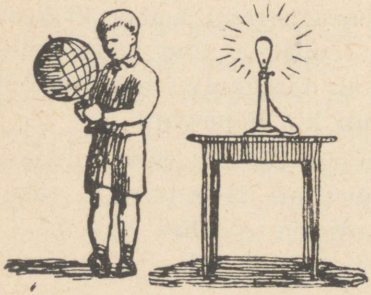
Maa telg on kaldu.

Aastaaegade vaheldumine toimub sajandist sajandisse ja aastatuhandest aastatuhandesse. Aastaaegade järjekindlate vaheldumiste põhjuseks on Maa liikumine ümber Päikese ja telje kaldu seis. Maa telg ei seisa mitte otse, vaid on pisut längu Põhjanaela suunas. Papaaninlased, maandudes poolusel, nägid seda tähte otse oma pea kohal.

Maa tiirleb vurrina kallakus asendis. Kui Maa telg poleks kaldu, ei näeks me palavat suve ega külma talve ühes liuväljade ja lumiste suusamägedega. Kui maatelg ajaks enda otse, asuks suvi jäädavalt ekvaatori lähedale; meil parasvöös oleks temperatuur kogu aja selline nagu kevadel. Põhjamaalastel tuleks aga alati viibida talveolustikus.

Õnneks kallutasid kunagi võimsad loodusjõud Maa telje viltu ja aastaajad jagunesid üsna õiglaselt. Isegi poolustele langeb kaunis palju päikesekiiri, koguni Arktise ja Antarktise lumistel avarustel on lühike suvi.

Kui soovite mõista, kuidas ja mispärast tekivad aastaaegade vaheldused, sooritage lihtne katse. Asetage laud keset tuba, lauale pange põlev lamp ja kujutlege, et lamp on Päike. Võtke gloobus — see olgu Maa — ja pöörake ta vasaku küljega lambi poole. Gloobus peab olema lambiga ühel tasapinnal, mitte kõrgemal ega madalamal. Kallutage gloobus nii, et selle lõunapoolus oleks lambile pisut lähemal kui põhjapoolus. Hakake nüüd gloobuse kallakut muutmata ümber laua ringi käima; Maa telg, s. o. gloobuse telg peab olema suunatud kogu aja ühte punkti, milleks olgu kas mõni laelähedane seinas olev nael või mõni samal kohal asetsev laiguke. See märk kujutagu Põhjanaela.



Lõunapoolkeral on suvi.

Jälgige, kuidas langevad kiired gloobusele.

Kui liigute ümber laua, siis osa ajast valgustab lamp tugevamini lõunapoolkera, tähendab Austraalias ja Lõuna-Ameerikas on suvi. Põhjapoolkerale langevad vaid viltukiired ja seepärast on suuremas osas Euroopas, Aasias ja Põhja-Ameerikas talv.

Olles käinud veerand ringist, näete, et lamp — s. o. Päike — valgustab mõlemaid poolkerasid võrdselt. See tähendab, et lõunapoolkera elanikel algab sügis, meil

aga kevad, hakkavad õitsema lumikellukesed ja kannikesed. Liikuge veel edasi. Nüüd langevad meie, s. o. põhjapoolkerale otsekiired, kuid lõunapoolkerale viltukiired. Meil algab suvi, lõunamaalastel aga talv.

Lükake sõrmega gloobust, et see hakkaks pöörlema. Algaks öö ja päeva vaheldumine. Te näete, et kuigi gloobus pöörleb, on põhjapoolus siiski pidevalt valgustatud. Seal ei saabu ööd, vaid on kestvalt päikesepaisteline päev. Poolustel on Maa telje kaldu seisu tõttu pool aastat päev ja pool aastat öö.

Nii toimub aastaaegade vaheldumine. Põhja- ja lõunapoolkera otsekui vahetaksid neid vastamisi: kui meil on talv, on seal suvi; kui meil on kevad, on seal sügis; ümberpöördult: kui neil on palav, paugub meil pakane.

Huvitavad päevad.

Maa liikumine mööda orbiiti ja ta telje kallakus teevad mitu päeva aastas eriti huvitavaks. Üks neist on 29. veebruar. Paha päev! Igaüks tahab pühitseda oma sünnipäeva igal aastal, aga kui solvatuna peaksid endid tundma need, kes on sündinud 29. veebruaril. See päev kordub vaid iga nelja aasta tagant.

Kuid mispärast? Kuulete otsekohe. Maa teeb ringi ümber Päikese umbes kolmesaja kuuekümne viie päeva ja kuue tunniga. See on tõeline aasta. Kuid meil on sobivam arvestada aega tervete ööpäevadega, ilma selle veeranditeta. Heidame veerandid kõrvale ja võtame aasta pikkuseks kolmsada kuuskümmend viis päeva. Ülejääki ei või meie aga unustada, ja kui noist veerandeist, s. o. kuuest tunnist koguneb nelja aasta jooksul terve ööpäev, lisame selle neljandale aastale

juurde, mistõttu see pikeneb ühe ööpäeva võrra. On lepitud kokku lisa-ööpäev lisada veebruarikuu juurde. Sellist pikendatud aastat nimetatakse lisapäeva-aastaks. See koosneb kolmesaja kuuekümne kuuest ööpäevast, kuna kolmesaja kuuekümne viie päevased aastad on lihtaastad.

Sellise lisapäeva juurdearvamine pole kuigi sobiv. Aga kui seda mitte teha, jõuame oma ajaarvamises liiga kaugele ette. Lõppude lõpuks tuleks meil esimest maid pühitseda kesktalvel paukuva külmaga, ja uut aastat vastu võtta heinaajal.

Teine huvitav päev on 21. märts. Selle päeva hommikul on veel talv, kuid õhtuks on juba kevad. 21. märtsiks on maakera sooritanud täpselt ühe veerandi oma teekonnast ümber Päikese ja samal päeval alustab ta teist — kevadist — veerandit. 21. märtsil algab meil astronoomiline kevad. Muide, sel päeval asetub maakera sellisesse asendisse, kus Päike valgustab nii põhja- kui ka lõunapoolkera täiesti võrdselt. 21. märtsi keskpäeval seisab Päike ekvaatoril otse pea kohal. Maasse pistetud kepp ei heida siis ekvatoriaalseil maadel üldse varju. Sel päeval valgustavad päikesekiired uuesti jälle põhjapooluse jääd. Poolusel algab polaarpäev.

22. juuni on põhjapoolkeral kõige pikem päev aastas. Sellal on maakera telje põhjapoolne ots suunatud Päikese poole. Maa on asetanud põhjapoolkera Päikese otsekiirte alla. Seepärast on meil suvi.

Leningradis on valgete ööde haripunkt. Tõustes öösel stratostaadil õhku võib ülalt näha Päikest. Ta ei vaju kuigi kaugele vaatepiiri taha ja jätkab oma kiirtega õhkkonna kõrgemate kihtide valgustamist. Seepärast vaatlevad leningradlased ja üldse kõik põhjalaiuste elanikud suvel kauakestvat õhtust eha, mis märka-

matult sulab ühte hommikuse koiduga. Põhja lühikesed suveööd on seetõttu täiesti heledad ehk, nagu öeldakse, „valged".

Põhjapoolusel ja pooluselähedastes maades ei looju Päike suvel kogu ööpäeva kestel. Seal ei tea sageli kuked, millal laulda, ja kirevad ilma mingisuguse korrapärasuseta.

Pärast 22. juunit hakkab päev järk-järgult lühenema ja 23. septembril on sügisene pööripäev, millal päev võrdub ööga nagu 21. märtsilgi. Selle päeva hommik on viimne suvehommik, õhtu kuulub juba sügisele. Päike hakkab poolusest eemalduma, päevad muutuvad lühemaks, hämaraks — meile läheneb talv.

Kui arvutada, mitu ööpäeva kestab kevad ja suvi ning kuipalju jääb järele talvele koos sügisega, siis saadakse küllaltki ootamatu tulemus. Soe osa aastast on sada kaheksakümmend kuus päeva ja külm osa sada seitsekümmend üheksa päeva. Pooled osutuvad ebavõrdseks. See kummaline ebavõrdsus on meile, põhjapoolkera elanikele, väga meeldiv, me saame lisaks seitse sooja päeva, millistest jäävad ilma Austraalia, Lõuna-Ameerika ja Uus-Meremaa elanikud.

Mispärast tekib selline ebaõiglus? Nimelt sellepärast et Maa tee ümber Päikese, Maa orbiit, ei oma päriselt ringi kuju. Ta on pisut välja venitatud, ovaalne, meenutades tähte O. Päike ei asetse täpselt mitte päris O keskel, vaid pisut ühele ovaali otsale lähemal. Suvel liigub maakera orbiidi kaugemas osas, ta eemaldub Päikesest ja tema kiirus sel ajal väheneb. Suvel liigub Maa orbiidil väiksema kiirusega kui talvel ja lõunapoolkera elanike kurvastuseks hilineb ta rohkem kui seitse ööpäeva.

22. detsember on kõige lühem päev aastas. See on astronoomilise talve algus. Detsembris on poolusel pil-

kane pime polaaröö. Meil on talv, kuid lõunapoolkeral palav suvi.

Püüdes nagu tasa teha suvist aeglustamist, kiirustab nüüd Maa oma liikumist orbiidil. Talvel on ta Päikesele ligemal kui suvel.

Võib näida kummalisena: Maa on lähenenud Päikesele, meil aga paugub pakane. Kuid me teame, et aastaajad sõltuvad maakera telje kallakust, aga mitte Päikese kaugusest. Päikesele lähemal viibimine avaldub selles, et põhjapoolkeral on soojem ja pehmem talv kui lõunapoolkeral. Seepärast on Lõuna-Ameerikas või Austraalias karm talv ja väga palav suvi. Meil on suvi jahedam. Niisiis on lõunapoolkera elanikud kahekordselt solvatud: neil on suvi lühem ja palavam, talv pikem ja külmem.

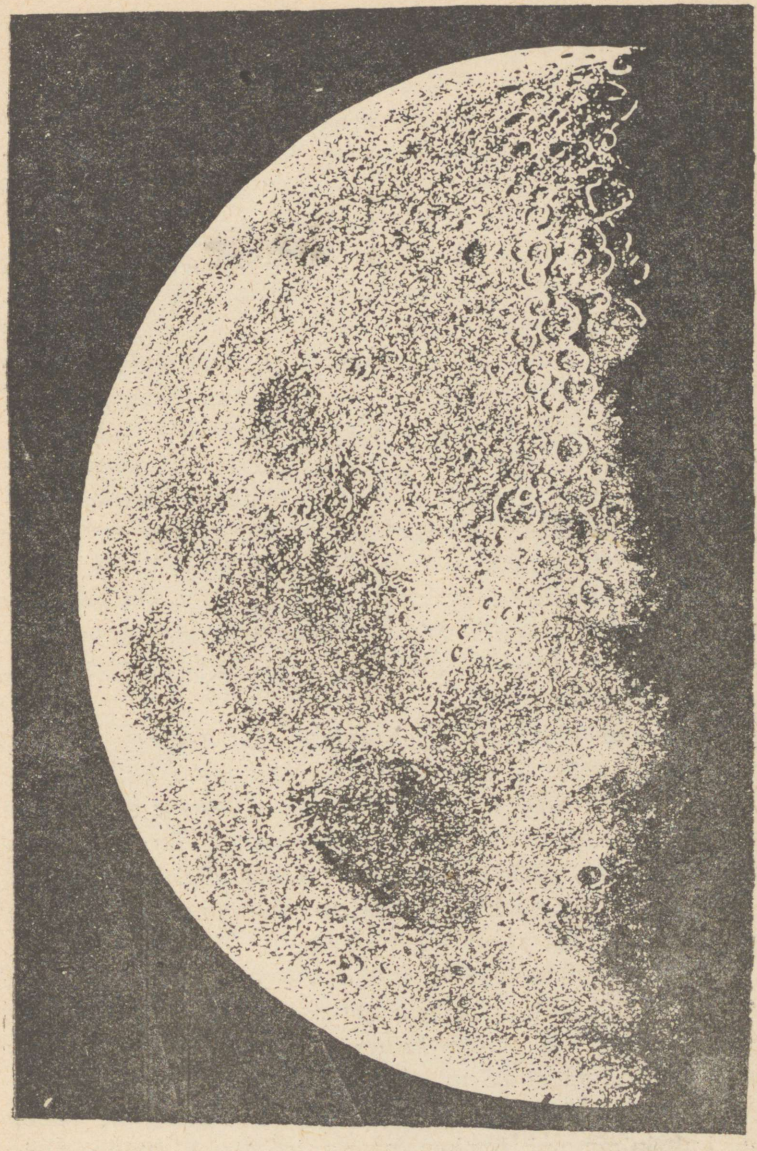
See ebaõiglus ei kesta igavesti. Aeglaselt, kuid pidevalt toimuvad Maa liikumises muudatused ja põhjapoolkera kaotab vähehaaval oma paremused. Kümne tuhande viiesaja aasta pärast on paremused kandunud üle lõunapoolkerale, ja meil algavad pikad külmad talved ja lühikesed, kuid palavad suved.

Meie kaaslane.

Kui Päike loojub ja ilm pimeneb, näeme sageli, kuidas taevavõlvile kerkib kaunitar Kuu. Ta rohekas külm paiste hõlmab Maad, valgustades ja kaunistades ööd.

Kuu on meie lähim naaber maailmaruumis. Ta on meie kaaslane, kes lahutamatult koos Maaga liigub ümber Päikese.

Ka Kuu on kerakujuline, ta pöörleb oma telje ümber ja peale selle liigub ümber Maa.



Kuu esimene veerand. Joonisel on hästi märgata ta kerakujulisus. On näha Kuu mäed ja kraatrid.

Täiskuu paistab meile suure särava kettana. Kuid ta ei ole lausik, ega ka kettakujuline. Kuu kahanemisel võib märgata, et ta on kerakujuline. Kui vaadelda ülesvõtteid Kuust, ei jää selles mingisugust kahtlust. Täiesti selgesti on näha, kuidas kaovad lohud pimedusse Kuu serval, mida läbib öö ja päeva piir, kuid Kuu mägede tipud helendavad alles Päikese kiirtes.

Kuu on kerakujuline, kuid on Maast palju väiksem, ta näib meile nii suurena ja heledana sellepärast, et asetseb Maale lähedal.

Igaüks on muidugi märganud, et Kuu pole nähtav mitte üksnes öösel. Kahvatuna, Päikese kiirtes vaevalt märgatavana näitab Kuu ennast ka hommikul ja päeval, püüdes asjatult võistelda silmipimestava Päikesega. Kuu tõuseb taevasse ükskõik mil ajal ööpäeva kestes, seepärast ei saa teda pidada öiseks taevakehaks.

Kui Kuu ilmuks nähtavale ainult öösel, siis oleks selge, et Kuu, hoides end Maa varjulisele öisele poolele, liigub kõrvuti temaga. Maal võiks kujutleda hoolitseva emana, kes talutab oma tütart Kuud kättpidi, hoides teda oma paremal poolel.

Kuid see võrdlus ei pea paika, sest Kuu on nähtav ka päeval. Alati ei rända ta väärikalt meie kõrval. Liikudes ümber Päikese ruttab Kuu kord Maast ette ja on selle päevasel, Päikese valgustatud poolel; kord jääb ta maha ja lendab Maa järel, siirdudes uuesti Maa varjulisele poolele. Kuu liigub lakkamatult ümber Maa, tehes meie kõrval ühe ringi teise järel.

Kuipalju aega läheb Kuul oma teekonna teostamiseks ümber Maa? Selle küsimuse selgitamiseks on kontrollitud kahe ja poole tuhande aasta kestel kogutud vaatluste tulemusi ja on arvutatud välja täiskuude-vaheline ajavahemik. On selgunud, et naabertäiskuude vahel on kakskümmend üheksa päeva kaksteist tundi neli-

kümmend neli minutit kaks ja kaheksa kümnendikku sekundit. Seda ajavahemikku nimetatakse sünoodiliseks kuuks. See oleks võinud olla meile ajamõõduks, kuid selline kuu meie igapäevases elus ei ole sobiv: ööpäevade arvud pole selles täis-, vaid murdarvud tundide ja minutitega. Seepärast loeme sobivuse mõttes kuusid kolmekümne- ja kolmekümne ühe päevasteks, üksnes veebruar omab kord kahtkümmend kaheksat, kord kahtkümmend üheksat päeva. Aastas on täpselt kaksteist kuud, aga mitte kaksteist ja pool. Meie kuud ei ühti tõeliste sünoodiliste kuudega.

Kuu pöörlemine.

Jälgige Kuud täiskuu faasis. Kuu pinnal paistavad mingisugused plekid. Ühed näevad seal inimest, kott seljas, teised arvavat nägevat fantastilise metslooma kujutust või veel muudki. Muidugi ei ole seal mingisuguseid metsloomi. Mis plekid need on, sellest jutustame üksikasjalikumalt eri peatükis Kuu üle. Praegu huvitab meid küsimus, kas need plekid on muutuvad. Ons teil olnud juhus näha mõnd teist Kuu kujutist, mis ei sarnane inimesega, kellel on kott seljas?

Ei, teie ega ükski pole seda näinud. Kuu nägu ei muutu. Ta pind on alati ühesugune. See aga tähendab, et Kuu vaatab Maale ainult ühe oma poolega ja ei pöördu iialgi meie poole „kuklaga". Ükski pole veel näinud, mis on Kuu teisel poolel.

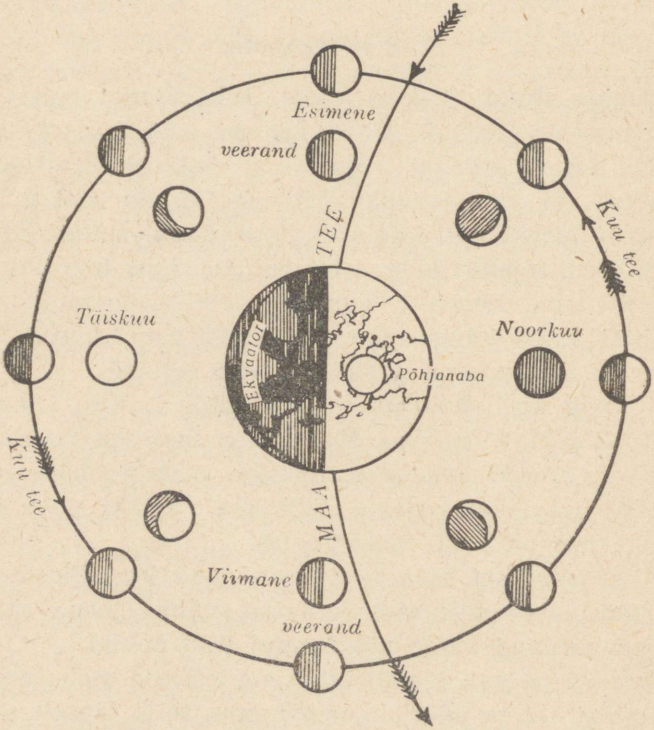
Alles siis, kui Maa pealt hakkavad kosmilised laevad teostama lende taevalaotusse, võime teada saada, mis on varjatud meile nähtamatul Kuu poolel.

Kuu on pööratud alati ühe oma küljega meie suunas sellepärast, et ta pöörleb ümber oma telje täpselt sama aja jooksul, mis kulub tal tiirlemiseks ümber Maa.

Kas Kuu soojendab?

Kuu valgus ei soojenda. See valgus on külm, sest Kuu ise on külm. Võib-olla oli Kuu kunagi väga ammu niisama lõõmav kui Päike. Kuid paljude sajandite kestel on ta jahtunud. Nüüd ei kiirga Kuu enam enda valgust. Ta valgustab ainult sellepärast, et teda valgustab Päike. Ta paiste on päikesekiirte peegeldus.

Sellega ongi seletatav Kuu valgustatud osa vormi ning suuruse muutlikkus. Kuu helendab kord täisrin-



Kuu faasid.

gina, kord sirbina, kord kaob ta hoopis silmist. Iga uut Kuu kuju nimetatakse Kuu faasiks ehk nähteks.

Kui Kuu asetseb sealpool, kus on Päike, siis me teda ei näe, sest ta on pöördunud meie poole oma tumeda öise poolega. Kuid peatselt hakkab Kuu Maast maha jääma ja taevasse ilmub ahtake sirbike — noorkuu. Järk-järgult muutub sirp poolringiks, see tähendab, et Kuu asetseb parajasti Maa taga. Seejärel muutub Kuu ümmarapalgeliseks täiskuuks. Pärast seda hakkab ta kahanema ja kaob jälle ära.



Nüüd on täiskuu.

Eespool öeldut on kerge mõista, kui kujutleda lampi Päikesena ja kummipalli Kuuna; Maa ülesannet täidab edukalt teie pea. Hoidke kummipall enda ees väljasirutatud käes ja pöörduge näoga lambi poole.

Teie näete, et selles asendis on pall pööratud teie poole oma valgustamata poolega. See on noorkuu. Pöörduge nüüd vasakule ja hoidke kogu aeg pall enese ees väljasirutatud käes.

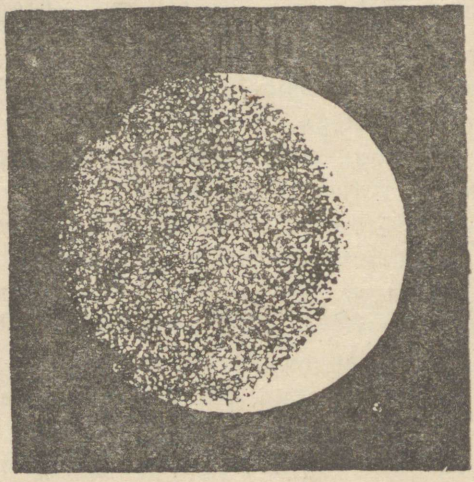
Kui olete pöördunud veerand ringi, siis näete, et teie poole on suunatud juba palli valgustatud osa. Oma kumera poolega on see valgustatud osa suunatud paremale. Pöörduge edasi vasakule, ja kui olete seljaga lambi poole, paistab teile kogu lambi poolt valgustatud palli osa. See on täiskuu. Kui pöördute veel edasi, siis näete jälle ainult poole valgustatud palli osast. Kuid nüüd on see kumer osa suunatud vasakule poole. Nii näitab pall teile kõik Kuu faasid. Neid on neli: noorkuu, kui Kuud üldse pole näha; esimene veerand, kui

Kuu omab poolringi kuju kumerusega paremal pool; täiskuu, kui Kuu on ümmar otsekui pannkook; viimane veerand, kui Kuu on jälle poolring, kuid kumerusega vasemal pool.

Et eraldada esimest veerandit kolmandast veerandist, pidage meeles järgmist: kui Kuu sarnaneb tähega C, siis on meil vanakuu. Kui C on ümber pööratud ja paistab nagu peeglist, siis on noorkuu.

Kuu tuhakarva valgus.

Võib-olla olete juhtunud tähele panema imelikuna näivat Kuud: ahtakesse säravasse sirpi nagu kaussi on asetatud tuhkjashall kera. Sellist Kuud nähes öeldakse Inglismaal: „Noor- ja vanakuu kaisutavad." Kuid tegelikult ei ole ei noort ega vana Kuud. On olemas vaid üks-



Kuu tuhakarva valgus — Maa valguse peegeldus.

ainus Kuu, ja sõltuvalt sellest, kuidas valgustab teda Päike, muutub ta kuju.

Särav sirp — see on päikesekiirte poolt valgustatud Kuu, kuid ülejäänud pind moodustab halli kera. Sirp paistab tuhkjashallist osast laiemana ning suuremana ainult sellepärast, et valgustatud esemed näivad silmale alati suuremana kui tumedad. See on meie nägemise tavaline viga.

Kuid küsimus seisneb veel järgmiseski. Kuu on külm, ise ta valgustada ei suuda. Millest siis tekib Kuu tumeda osa imelik viirastuslik kumamine? Võib näida, et Kuu valgustab looduseseadustele vastukäivalt. Ja tõepoolest viiski Kuu tumeda osa salapärane kumamine teadlasi möödunud aegadel segadusse. Nad ei suutnud leida sellele mõistatusele seletust.

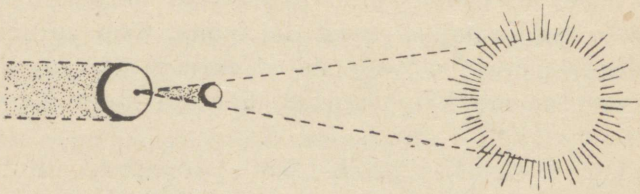
Nagu teada, lahenevad paljud rasked ülesanded väga lihtsalt. Nii oli ka siin. Päike ei valgusta mitte ainult Kuud, vaid ka meie Maad. Valge lumi, jää ja pilved säravad päikesekiirtes; kollased kõrved, rohtlad, luhad, ookeanid peegeldavad kõik valgust. Maa helendab ka peegelduva päikesevalguse tõttu, ja ennäe, see Maa vastuhelk valgustabki Kuud. Kuu tuhkjas kuma pole midagi muud kui Maalt peegelduv valgus.

Seda oskas esimesena seletada kuulus itaalia õpetlane ning kunstnik Leonardo da Vinci.

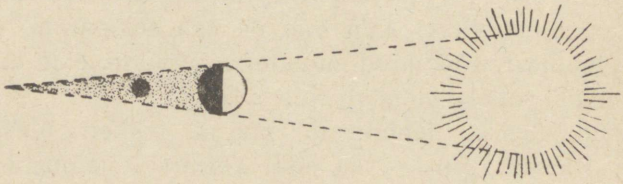
Must lohe Päikest õgimas.

Maa ja Kuu nagu kõik läbipaistmatud kehad tekitavad varju. Mõnikord juhtub, et üks taevakeha varjab Päikese eest teise. Siis toimub varjutus. Tiireldes ümber Maa siirdub Kuu aeg-ajalt meie ja Päikese vahele. Kuu varjab endaga Päikese, Kuu vari langeb Maa peale, ja me näeme päikesevarjutust.

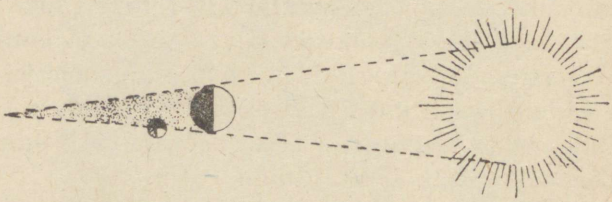
Võib juhtuda ka teisiti. Kui Kuu liigub Maa öisele poolele ja satub maakera varju, siis näeme kuuvarjutust.



Täielik päikesevarjutus. Kuu asetseb Maa ja Päikese vahel.



Täielik kuuvarjutus. Kuu on kadunud Maa varju.



Osaline kuuvarjutus. Ainult osa Kuust kaob Maa varju.

Sellest järeldust tehes peaksime nägema varjutusi igal kuul: päikesevarjutust igal noorkuul, kuuvarjutust aga igal täiskuul. Ometi ei teki varjutused nii sageli, sest Kuu tee ümber Maa on pisut kallak ja ei ole päris korrapärane. Meie kaaslane Kuu libiseb täiskuu ajal tihti Maa varjust alla- või ülespoole ja kuuvarjutust ei

teki. Noorkuu ajal aga kandub Kuu vari jälle Maast kõrvale, kord ülespoole ta põhjapoolusest, kord allapoole ta lõunapoolusest, ja päikesevarjutust ei juhtu.

Ainult siis, kui Kuu asetub otse Päikese ette ja katab selle meie eest kinni, toimub päikesevarjutus. Tavaliselt esineb aastas neli varjutust: kaks päikese- ja kaks kuuvarjutust. Kui aga varjutusi esineb otse aasta algul, siis võib sellises aastas varjutuste arv ulatuda seitsmeni. Kuid üle seitsme varjutuse ühe aasta kestel ei teki.

Vanaaja rahvastele — kaldealastele, hiinlastele ja hindudele — tundusid varjutused salapäraste ning koledate sündmustena. Vanal ajal uskusid inimesed, et päikesevarjutuse ajal on tohutu must lohe Päikest õgimas. Inimesed ei mõistnud varjutuste põhjusi ja kartsid neid väga. Seepärast märkisid nad korralikult üles iga varjutuse päeva ja tunni. Kui selliseid märkmeid oli kogunenud juba küllaldaselt, märkasid kaldea õpetlased, et varjutused korduvad iga kaheksateistkümne aasta ja üheteistkümne päeva järel. Niipea kui möödub see tähtaeg, kordub umbes sellessamas maakera osas eelmisega väga sarnane varjutus, mis algab aga iga kord üle seitsme tunni hiljem. Kaldealased tegid väga tähtsa avastuse: nad arvutasid välja varjutuste kordumiste tähtaja. See võrdub kuue tuhande viiesaja kaheksakümne viie ja ühe kolmandiku ööpäevaga. Seda arvu nimetasid kaldealased s a r o s'eks. Kui on teada saros, võib igaüks, ka mittetäheteadlane, küllaltki täpselt ennustada varjutusi.

Kaasaegsed õpetlased on uurinud Kuu ja Päikese liikumist sedavõrd hästi, et on arvutanud varjutuste aja mitmesaja aasta võrra ette. On teada päevad, tunnid ja isegi sekundid, millal algab või on olnud varjutus. Teades varjutuste kuupäevi said õpetlased näiteks

teada, millal valitses Hiinas keiser Chung-Kiang. See lugu on järgmine.

Hiina ajaraamat jutustab, et keiser Chung-Kiangi õukonnas elas kaks täheteadlast — Hi ja Ho. Need õpetlased armastasid palju viina juua. Hi ja Ho hakkasid korratult suhtuma oma ülesandeisse ega jälginud enam taevast. Korraga toimus ühel viimase sügiskuu hommikul kella seitsme või kaheksa ajal ootamatult päikesevarjutus. Pealinna elanikud sattusid paanikasse. Pime-



Must lohe Päikest neelamas.

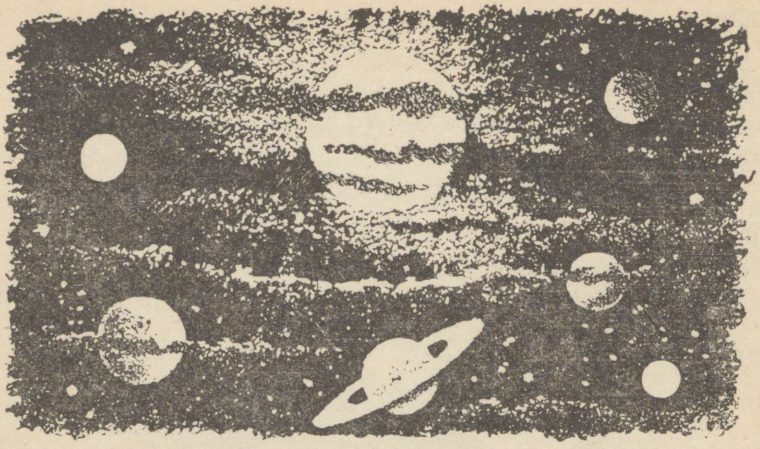
daile teatati hädaohust valju trummipõristamisega. Säästlikud inimesed katsusid päästa oma vara. Paljud põgenesid linnast. Kõik elanikud olid meelt heitmas, sest nad nägid, et must lohe õgib Päikest.

Selle juhtumi puhul sai keiser Chung-Kiang väga vihaseks ja ta käskis hukata hooletud täheteadlased, kes ei olnud suutelised hoiatama rahvast.

Tänapäeva õpetlastes äratas see sündmus suurt huvi. Nad tegid arvutamise teel kindlaks, et varjutus, mille eest Hi'l ja Ho'l tuli maksta oma peaga, leidis aset 22. oktoobril 2137. aastal enne meie ajaarvamist, s. o. üle nelja tuhande aasta tagasi. Nii saadi teada, millal valitses see keiser.

On teada palju juhtumeid, kus varjutused on aidanud kontrollida või parandada mitmesuguste ajalooliste

sündmuste kuupäevi. Mitte harva pole eksinud ajaraamatute kirjutajad aastate arvus ja ajanud aastad segi. Kuid seevastu püüdsid nad hoolikalt üles märkida kõik varjutused, millega on andnudki meile suurepärase võimaluse vigade parandamiseks ning ühe või teise ajaloolise sündmuse täpseks kindlakstegemiseks.



Teine peatükk.

Päike ja ta perekond.

Maa, kiskudes endaga kaasa Kuud, kihutab ümber Päikese. Kuid Maa ei ole ainuke taevakeha, mis tiirleb ümber Päikese. Selliseid taevakehasid nagu meie Maa on Päikesel üheksa. Neil nagu meie Maalgi on peaaegu igaühel oma kuu, mõnel isegi mitu kuud. Kõik need tohutud maakerad moodustavad koos kaaslastega üsna mitmeliikmelise perekonna. Nende hulgas ei ole meie Maa kõige suurem, kuid ka mitte kõige väiksem. Ta ei ole kõige soojem ega ka kõige külmem.

Rändtähed.

Juba vanal ajal panid inimesed tähele, et mõned tähed liiguvad taevavõlvil, mis on märgatav teiste tähtede suhtes. Nad rändavad ühest tähtkujust teise, vahel kaovad kauaks ajaks vaatepiiri taha ja ei näita endid

kuude viisi, kuid olles kord ilmunud, ei lahku nad niipea. Peale selle need omapärased taevakehad ei vilgu või vilguvad palju nõrgemalt kui teised tähed. Kõik see viis mõttele, et rändtähed ei ole tavaliste tähtede sarnased, millised näivad igavesti taeva külge kinnitatuina.

Et liikuvaid tähti eraldada liikumatuist, andsid vanakreeka täheteadlased viimastele erilise nimetuse. Nad hakkasid neid nimetama planeetideks. Planeet on kreekakeelne sõna ja tähendab „rändleja".

Rändtähed on alati paelunud täheteadlaste tähelepanu. Juba mitu tuhat aastat tagasi veendusid inimesed selles, et planeedid ei liigu taevas plaanitult, vaid kindlaid teid mööda, alludes mingisuguseile seadustele.

Seda, millised seadused juhivad planeetide liikumist, ei suutnud inimesed muistseil aegadel taibata. Ja alles nelisada aastat tagasi tõestas kuulus täheteadlane Kopernikus, et kõik planeedid, nende hulgas ka meie Maa, liiguvad ümber Päikese peaaegu ringikujulisil teil ehk orbiitidel. Hiljem on õpetlased teinud kindlaks, et need teed on pisut välja venitatud nagu täht O, ja nimetasid neid ellipseiks. Ka Maa evib kindlat ellipsilist teed, oma orbiiti.

Kõigi üheksa planeedi orbiidid ei ole ükskõik kuidas laiali pillatud ümber Päikese. Kui kujutleme, et Päike on väikese kerakesena asetatud keset lauda, siis liiguvad kõik planeedid tolmukübemetena ainult seda lauda mööda; nad ei kaldu lauapinnast allapoole ega kerki ka ülespoole. Täheteadlased ütlevad: planeetide orbiidid asetsevad peaaegu ühel tasapinnal. Meie päikesesüsteem on lame nagu taskukell või metallraha.

Kõik üheksa planeeti tiirlevad ümber Päikese ühes suunas.

Kui planeetide süsteemile saaks vaadata põhja poolt, s. o. Põhjanaela kohalt, siis võiksime näha, et kõik pla-

needid liiguvad ümber Päikese kellaosutile vastupidises suunas. Nad ei hooli järjekorrast: ühed neist liiguvad aeglasemalt, teised kiiremini, kuid mõned ruttavad nii, et kihutavad teistest planeetidest mööda.

Vaatleme tähelepanelikult planeetide liikumist. Mida lähemal on planeet Päikesele, seda kiiremini tiirleb ta selle ümber. Nii askeldab Päikese kõrval kõige väiksem päikesesüsteemi kuuluv planeet Merkuur. Võrreldes teistega on ta päris kübe. Maast on ta üheksateist korda väiksem.

Merkuur liigub nii kiiresti, et jõuab juba kaheksakümne kaheksa ööpäevaga lennata ümber Päikese. Tähendab, et Merkuuril kestab aasta kõigest veerand meie aastat.

Merkuuril võiks kümneaastane poisike olla neljakümneaastase mehe ealine.

Oma kiire liikumise tõttu nimetatigi see planeet Merkuuriks. Roomlaste usundi järgi oli Mercurius teede- ja reisijate-jumal. Ta kaitses kaupmehi, kiirkäskjalgu, kirjakandjaid ja kõiki teisi, kes kasutasid teesid.

Merkuuri jälgida on väga raske. Ta hoidub alati Päikese lähedale. Teda võib näha kas otsekohe pärast Päikese loojumist või enne Päikese tõusu hommikuse koidu ajal.

Olles Päikesele planeetide hulgast küll kõige lähemal, asetseb planeet Merkuur Päikesest meie mõiste järgi siiski väga kaugel: viiskümmend seitse ja pool miljonit kilomeetrit. Sõites kiirrongiga võib selle vahemaa läbida kuuekümne aastaga ja sedagi vaid siis, kui sõita kogu aja ilma peatusteta.

Meie Maa asetseb Päikesest veelgi kaugemal ja nimelt sada nelikümmend üheksa ja pool miljonit kilomeetrit. Seega on Maa Päikesest peaaegu kolm korda kaugemal kui Merkuur. Maa liigub Merkuurist aeglase-



Keskaja täheteadlane Tycho Brahe korraldab oma tähetornis planeetide vaatlust seina kvadrandiga, mis on jaotatud kraadidesse. Täheteadlane on töid juhtimas. Üks ta abilistest vaatab läbi akna, mida on võimalik liigutada kvadrandi suunas; teine abiline märgib kella järgi aega, kolmas märgib üles vaatlusi.

malt ja meie Maa aasta ei ole mitte kaheksakümmend kaheksa päeva, vaid kolmsada kuuskümmend viis ja veerand päeva.

Veenus on teine selline planeet, mis asetseb Päikesele lähemal kui meie Maa. Veenus ilmub nagu Merkuurgi nähtavale hommikuse koidu ja õhtuse eha valgusel. Veenus on pimestavalt heleda valgusega, nii et isegi Päike ei suuda teda alati varjata. Mõnikord on Veenus koguni päevaajal Päikese kiirtes nähtav.

See planeet nimetati Veenuseks rooma iludusjumalanna auks.

Nagu öeldud, asetseb Veenus Päikesest kaugemal kui Merkuur, kuid lähemal kui Maa. Ta asend on Merkuuri ja meie planeedi vahemaa keskel. Veenus on Merkuurist palju suurem, kuid Maast pisut väiksem. Veenus ja Merkuur rändavad ilma kaaslaseta — kuuta. Veenus teeb ringi ümber Päikese kahesaja kahekümne viie päevaga.

Kõik planeedid nagu meie Maagi annavad ainult peegelduvat valgust, ise nad valgust ei oma. Kui vaadelda Veenust teleskoobi või binokliga, siis paistab ta väikese ringina või poolkuuna, olles väga sarnane Kuuga.

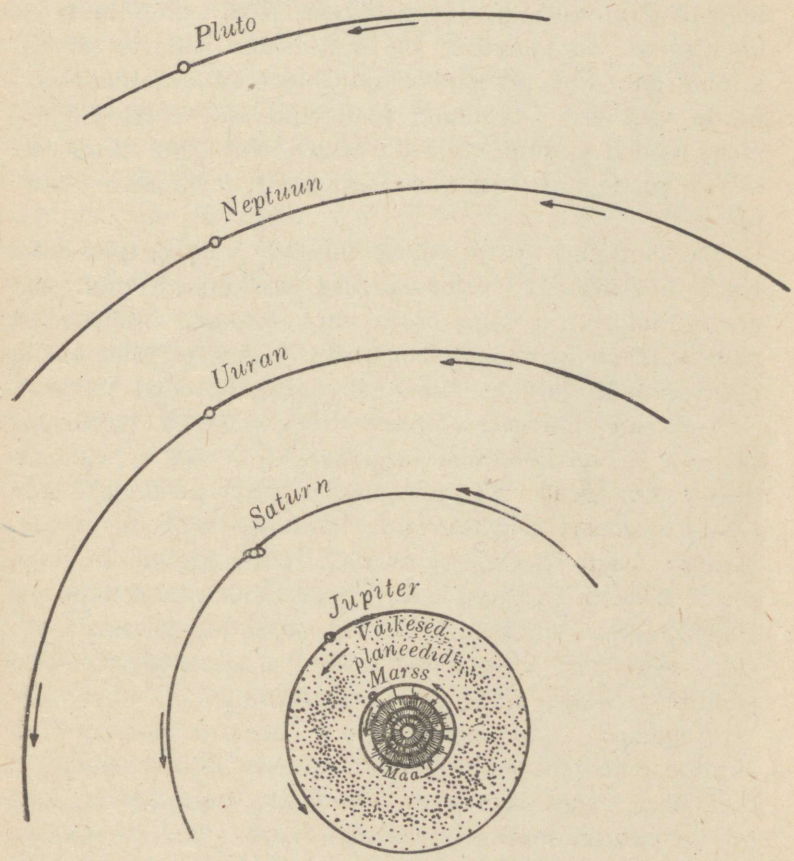
Kui Veenus asetseb sealpool Päikest, siis on tal ringikese kuju; see on Veenuse täisfaas; Päikese kõrval asetsedes näib ta poolkuuna. Kui aga Veenus on meie ja Päikese vahel, pole teda üldse näha, sest siis on Maa poole pööratud ta tume öine pool.

Kolmas planeet, arvates Päikesest, on meie Maa. Isegi vanaaja täheteadlased ei kahelnud, et meie Maa on planeet.

Päikesest poolteist korda kaugemal kui Maa asetseb veel üks võrdlemisi väike planeet, mis on Maast kümme korda väiksem ja särab taevas heleda purpurpunase sädemena. Muistsed rahvad andsid sellele planeedile

tema punaka ja kurjakuulutava sära tõttu sõja- ning mõrvajumala Marsi nime.

Marss teeb ringi ümber Päikese kuuesaja kaheksakümne seitsme ööpäevaga, s. o. peaaegu kahe meie aasta jooksul. Marsil on kaks kaaslast — kaks kuud: Phobos ja Deimos. Need nimed tähendavad „hirm" ja



Planeetide orbiitide suuruste võrdlus.

„värin". Müüdi järgi teame, et kui jumal Mars siirdus sõtta, saatsid teda alati ta relvakandjad Phobos ja Deimos.

Marss on väga huvitav planeet. Õpetlased arvavad, et Marsi peal eksisteerib elu. Võib-olla elavad seal isegi mõnesugused mõistusega varustatud olendid.

Marsi ja Jupiteri vahel lendleb ringi otsekui mesilaspere suur hulk pisiplaneedikesi. Kõige suurem neist on Ceres. Ta läbimõõt on seitsesada seitsekümmend kilomeetrit. See planeedike on Kuust kaheksakümmend korda väiksem. Ülejäänud planeedid on veelgi väiksemad, mõned koguni majasuurused. Kui kõik need väikesed planeedid liita, ei saa neist isegi ühte suurt planeeti.

On loetletud üle poolteise tuhande väikese planeedi. Kuid täpselt neid loetleda ei ole veel õnnestunud, sest nende hulgas on liiga palju väga väikesi. Juhtub, et neid leitakse ja märgitakse üles, kuid et ei lähe korda neid pidevalt jälgida, siis kaovad mõned neist jälle.

Väikeste planeetide parve taga asetseb hiiglasuur planeet. Ta on Päikesest väga kaugel — viis korda kaugemal kui Maa. See planeet on tuhat nelisada korda Maast suurem. Ta ületab oma suuruselt kõik teised planeedid, isegi nende kogusumma, olles tõeline hiiglane nende keskel. Taevas on ta nähtav heleda punktina, mis liigub edasi tähtkujude keskel aeglaselt ja suursuguselt. Muistsed kreeklased andsid majesteetlikule planeedile Jupiteri, oma ülijumala nime.

Aeglaselt — kaheteistkümne aastaga — sooritab Jupiter oma teekonna ümber Päikese. See hiiglane ei oma ühte kuud nagu Maa, või kahte nagu Marss, vaid tal on paljuliikmeline kaaslaste pere. Ta on rikkam isegi Päikesest. Päikesel on ainult üheksa kaaslast — planeeti, Jupiteril aga üksteist kaaslast — kuud.

Jupiter oma kuudega esindaks otsekui Päikese perekonda vähendatud kujul planeetide hulgas.

Hea binokliga võib näha Jupiteri nelja suuremat kaaslast. Palja silmaga neid ei näe. Kuid, nagu kuulus teadlane Humboldt tõendab, on elanud Breslau linnas Schöni-nimeline rätsep, kes selgeil kuuvalguseta öil on näinud ilma pikksilmata Jupiteri kaaslasi ja on näidanud täpselt ära ka nende asendi. Nähtavasti evis Schön erakordselt teravat silmanägemist.

Kümme korda kaugemal meie Maast tiirleb Jupiteri orbiidi taga ümber Päikese teine päikesesüsteemi hiiglane — planeet Saturn. Andes planeetidele nimesid, ei teadnud kreeka täheteadlased, et Saturni taga on veel määratu suur maailm. Nad arvasid, et Saturn on viimane ning kõige vanem planeet, mispärast panidki nad talle kreeka vanima jumala, Jupiteri isa Saturnose nime.

Saturn on kaheksasada kakskümmend korda Maast suurem. Ta teeb ringi ümber Päikese kahekümne ja poole meie aastaga. Erinevalt teistest planeetidest kannab Saturn ümmargust ja väga ilusat kaelust: ta on ümbritsetud kolmest üksteisesse asetatud rõngast. Need rõngad annavad planeedile ebatavalise ilme; fotodel sarnaneb Saturn kaapkübaraga.

Nagu astronoomilised uurimised on näidanud, koosnevad Saturni rõngad arvutult paljudest kivikestest. Peale rõngaste on Saturnil veel üheksa kaaslast. Suurem neist, Titaan, on peaaegu poolteist korda meie Kuust suurem.

Et ise võiksime vaadelda planeete Veenust, Marssi, Jupiteri ja Saturni, on tarvis omada binoklit või väikest pikksilma. Juba kuuekümnekordne suurendus võimaldab näha Veenuse faase, Jupiteri kaaslasi ja Saturni rõngaid.

Saturni orbiidi taga on veel kolm planeeti, mida vanaaja teadlased ei tundnud. Need avastati võrdlemisi hiljuti. Et kaasaegsed täheteadlased ei tahtnud rikkuda iidset traditsiooni, anti järjekordselt avastatud planeetidele samuti vana-kreeka jumalate nimed.

13. märtsil 1781. aastal avastas täheteadlane William Herschel uue, tolle ajani tundmata planeedi. See nimetati Uuraniks, sest kreeka müütide järgi oli Uranos Saturnose isa ning Jupiteri vanaisa.

Uuran on Maast üheksakümmend korda suurem ja omab nelja kaaslast — kuud.

Uurani taga asetseb planeet Neptuun. Ta on Päikesest väga kaugel — kolmkümmend korda kaugemal kui Maa.

Et Päike valgustab Neptuuni nõrgalt ja et ta on meist nii kaugel, pole teda palja silmaga ega isegi binokliga võimalik näha. Teda on võimalik vaadelda ainult astronoomilise teleskoobiga. Seesugust nõrgalt helkivat planeedikest tuhandete tähtede hulgast üles otsida on niisama raske kui leida heinakuhjast nõela.

Kuid Neptuun otsiti siiski üles. Leidmislugu on järgmine. Pariisi tähetorni direktor Leverrier oli õppinud täpselt tundma planeetide liikumist ümber Päikese ja võis ennustada, missugusel kohal taevavõlvil võib asetseda ükskõik milline planeet kas või saja aasta pärast.

Kõik planeedid käitusid korralikult, ainult Uuran ei tahtnud alistuda ühelegi seadusele. Ta libises kangekaelselt kõrvale talle ettemääratud teest.

Mis pidi põhjustama seda? Leverrier'le tuli mõttesse, et Uurani taga peab asetsema veel mingi planeet, mis oma tõmbejõuga kallutab Uurani teelt.

Kuidas oli võimalik leida seda tundmatut planeeti? See ei olnud kerge ülesanne, kuid lõppeks ületati kõik

raskused ja Leverrier määras keerukate matemaatiliste arvutuste põhjal täpselt kindlaks tolle punkti taevas, kus pidi asetsema see uus planeet.

Ta telegrafeeris kohe täheteadlasele Galle'le ja palus, et ta otsiks teleskoobi abil üles selle planeedi.

Leverrier'l oli õigus. Tema poolt määratud kohal, leidis Galle 23. septembril 1846. aastal kätte tundmata planeedi.

Leverrier' avastus oli suureks teaduse triumfiks.

Tavakohaselt oleks pidanud uuele planeedile andma Jupiteri vanavanaisa nimi, kuid kreeka müütides ei ole teateid, kes oli Uranose isa. Planeedile tuli otsida teine nimi. Et Planeedi värvus on rohekas, merelainete värvuse taoline, seepärast otsustati talle anda merede ja ookeanide jumala, Jupiteri lihase venna Neptunuse nimi.

Neptuun on Maast seitsekümmend neli korda suurem. Tal on üksainus Tritoni-nimeline kuu, Neptuuni aasta on sada kuuskümmend neli meie aastat.

Neptuuni taga asetseb üheksas ning viimne planeet. See avastati alles hiljuti, 21. jaanuaril 1930. aastal, täheteadlase Tombaugh' poolt. See planeet sai vana-kreeka maa-aluste varade jumala Plutoni nime. Pluto ei ole suur planeet, ta on Maast väiksem ning tal pole kaaslasi märgatud. Võib-olla on neid, kuid Pluto asetseb nii kaugel, et isegi teleskoobiga on teda raske vaadelda nii nagu tarvis.

Pluto on Päikesest nelikümmend korda kaugemal kui Maa. Ta liigub ümber Päikese nii aeglaselt, et ühe sellise tiiru sooritamiseks kulub kakssada nelikümmend kaheksa aastat.

Saja-aastase vanusega rauk oleks Pluto peal viiekuuse imiku vanune.

Niisugune on Päikese perekond. Ta koosneb üheksast planeedist, mis omavad kahtkümmend kaheksat kaaslast ja umbes poolteist tuhat pisiplaneeti. Kogu see perekond kannab päikesesüsteemi nimetust.

Nagu näete, ei paista Maa teiste planeetide hulgas millegagi eriliselt silma. Ta ei ole mitte kõige suurem ega ka kõige väiksem. Kaks planeeti, Marss ja Merkuur, on temast veel vähemad, kaks planeeti, Veenus ja Pluto, on temaga suuruselt umbes võrdsed, ja neli planeeti-hiiglast — Jupiter, Saturn, Uuran, Neptuun — on Maast palju kordi suuremad.

Millega vahest erineb meie Maa, on kaaslase Kuu erakordne suurus. Ühelgi planeedil pole suhteliselt nii suurt kaaslast. Seepärast ei nimetagi mõned täheteadlased Kuud Maa kaaslaseks, vaid iseseisvaks planeediks.

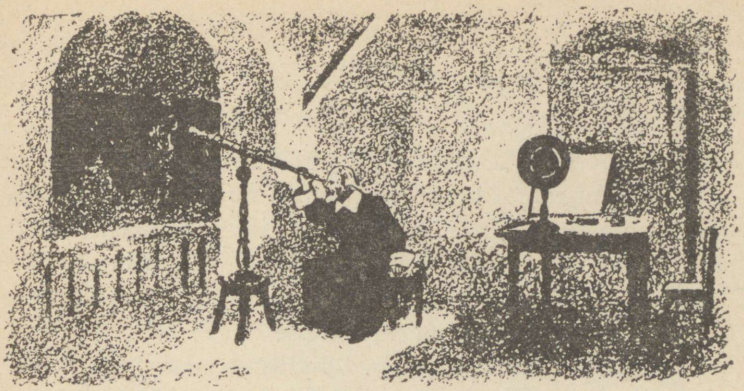
Päike ise on hiiglasuur lõõmav tuline kera. Kui Jupiter on üle tuhande korra Maast suurem, siis on Päike üle tuhande korra Jupiterist suurem. Päike on tohutu suur.

Maa, võrreldes Päikesega, on kui nööpnõela peake jalgpalli kõrval, kui paat ookeani auriku kõrval.

Päike on seitsesada korda raskem kõigi planeetide raskuse kogusummast.

Päike oma määratu raskusega sunnib kõiki planeete tiirlema enese ümber. Ta on peamine keha päikesesüsteemis.

Päikesest jutustame veel eri peatükis.



Kolmas peatükk.

Jutustus kangelastest.

Teie olete nüüd kuulnud Maast ja tema liikumisest, meie kaaslasest Kuust ja teistest päikesesüsteemi kuuluvaist planeetidest. On arusaadav, et lugesite seda kõike ilma igasuguse hirmuta, kartmata, et teid võetakse kinni ja heidetakse vanglasse ning hakatakse teie üle kohut mõistma nagu mingi hirmsaima roima eest.

Ometi oli aeg, ja mitte just väga ammu, kõigest kolmsada aastat tagasi, millal Maa liikumist kirjeldava raamatu lugemise eest võidi inimene kinni võtta, heita ta kivist maa-alusesse koopasse ning teda kohutavalt piinata, koguni ära põletada tuleriidal. Noil aegadel oli hirmsa karistuse ähvardusel keelatud mitte üksnes rääkida, vaid isegi mõtelda Maa liikumisest.

Ex bibl. univ. T

Kallist hinda on inimkond maksnud selle eest, et saada teada tõde meid ümbritsevast Maast ja maailmast. See ajalugu, kuidas jõudsime tõele, on väga kurb ja ühtaegu väga õpetlik.

Eksiarvamus, mis on teadust aheldanud neliteist sajandit.

Me näeme Päikest. Iga päev tõuseb ta idast, teeb poolringi mööda taevast ja loojub läänes. Me näeme, et Kuu teeb niisamasuguse teekonna, näeme kogu taevavõlvi tuhandete tähtedega, mis otsekui pöörleks meie ümber. Me teame, et see liikumine on ainult näilik. Tegelikult ei pöörle mitte Päike ja tähed ümber Maa, vaid Maa pöörleb ümber oma telje.

Vanaajal ei teadnud isegi õpetlased seda. Nad uskusid, et Maa asetseb maailma keskkohas ja et ta on peamine ning tähtsaim taevakeha. Kõik teised taevakehad pidid olema ainult Maa teenrid, kes pöörlevad ta kõrval selleks, et valgustada ja soojendada teda.

Kreeka õpetlane Klaudios Ptolemaios, kes elas umbes tuhat kolmsada aastat tagasi, kirjutas paksuköitelise raamatu nimega „Suur ehitis". Hiljem hakati seda raamatut araabiakeelse sõna järgi nimetama „Almagestiks".

„Almagestis" on Ptolemaios esitanud oma õpetuse sellest, kuidas tuleb maailma mõista. Ptolemaiose arvamuse järgi on maailma keskuseks suur ja liikumatu Maa. Ta ümber tiirlevad Kuu, Kuu järel Veenus ja Merkuur, siis Päike, tema järel Marss, Jupiter ja Saturn. Kõik need planeedid liiguvad mööda ringteid.

Ptolemaios oli oma aja kohta väga hea täheteadlane ning kogenenud vaatleja. Ta nägi, et tõepoolest planeedid ei keerle mitte üksnes Maa kõrval, vaid liiguvad veel taevalaotuses edasi-tagasi. Et kooskõlastada oma teooriat sellega, mida inimesed tegelikult taevas nägid, mõtles Ptolemaios välja väga keeruka süsteemi. Ta õpetuse järgi ei pöörelnud iga planeet mitte üksnes ümber Maa, vaid see tegi veel ka taevas väikese rin-

gikese. Ptolemaiose arvamuse kohaselt kõik planeedid keerutaksid nagu valssi. Valssi tantsitakse küll kahekesi, kuid Ptolemaiose planeedid tantsisid üksipäini.

Kaugemal, tantsivate planeetide taga laotus kinnistähtede taevas. Selle taeva taga asetses mingisugune tundmatu ja võimas „esimene mootor" — *primum mobile,* mis pani liikuma kõik planeedid ja pööras kinnistähtede taevast. Selle „esimese mootori" taga laius empüreum — õndsate eluase, paradiis. Kiriku õpetuse järgi elas paradiisis jumal koos inglite ja peainglite kaaskonnaga, ja surnute hinged puhkasid seal igaveses õndsuses.



Klaudios Ptolemaios, elas 1800 aastat tagasi.

Ptolemaiose maailma kirjeldus meeldis väga rooma paavstile, kardinalidele ja munkadele. Ptolemaiose õpetus kinnitas võimalikult hästi piibli muinaslugusid maailma loomisest. Piiblis on ju öeldud, et Päike on loodud Maa valgustamiseks päevaajal, kuid Kuu pidi valgustaja ülesandeid täitma öösel. Lõppeks oli Ptolemaiose õpetuse järgi taevas kohaks jumalatele ja paradiisile, kus eedeni aedades leidsid inimesed puhkust ja rahu pärast maisi kannatusi.

Kõik need muinasjutud olid kooskõlas Ptolemaiose süsteemiga. Seepärast peeti ta „Almagesti" peaaegu pühaks raamatuks. Astuda välja „Almagesti" vastu ja öelda, et selles on kirjutatud valet, arvati suurimaks patuks ning hirmsaks jumalateotuseks. Sellise süüteo eest oli ette nähtud inimese põletamine tuleriidal.

Kastiilia kuningas Alfonso X, kes valitses Hispaa-

nias XIII sajandil, ütles kord „Almagesti" kohta: „Kui jumal küsiks minult nõu, kuidas tuleb ehitada maailm, soovitaksin ma talle palju lihtsama ehituse." Need olid pühadust rüvetavad sõnad. Kuningas pidi loobuma troonist, temalt konfiskeeriti ta valdused ja ta ise pagendati eluajaks Hispaaniast.

Vaimulikud olid tol ajal kõikvõimsad, isegi kuningad kartsid neid. Vaimuliku seisuse kaitse all kestis Ptolemaiose väärõpetus neliteist sajandit. Tuhat nelisada aastat oli teadus viidud eksiteele, ja ükski ei julgenud välja astuda „Almagesti" vastu.

Kopernikuse õpetus.

19. veebruaril 1473. aastal sündis Poola linnakeses Thornis pagar Kopernikusel poeg Nikolaus. Kui poisike sai kümneaastaseks, suri ta isa. Vaeslapse võttis enda juurde onu Lucas Watzelrode, kes nägi, et poisil on taipu ja arukust. Onu otsustas anda Nikolausele haridust. Kopernikus hakkas õppima Krakovi ülikoolis. Hiljem sõitis ta Itaaliasse, kus tutvus vanaaja astronoomide raamatutega ja avastas, et õpetlased, kes on elanud enne Ptolemaiost, on arvanud, et mitte Maa pole maailma keskkohaks vaid Päike, ja et mitte Päike ei tiirle, vaid Maa. Kopernikus otsustas seda kontrollida.



Nikolaus Kopernikus (1473.—1543. a.).

Pöördunud tagasi kodumaale, arstis Kopernikus haigeid, ehitas jõgedele lüüse. Ta kutsuti tihti nõupidamistele riiklike küsimuste üle. Kuid kogu vaba aja pühen-

das Kopernikus astronoomilistele vaatlustele ja mõtisklustele.

Et leida tõde, uuris ta Päikese ja planeetide liikumist.

Kiirustamata kirjutas Kopernikus oma teost. Ta ei näidanud kellelegi oma käsikirja, ainult kaks-kolm lähimat sõpra teadsid sellest teosest. Kuid Kopernikuse huvi täheteaduse vastu ja tungiv tarvidus tõelise teaduse järele taevakehade kohta oli sedavõrd suur, et Kopernikuse nimi sai tuttavaks juba enne, kui ta oli otsustanud avaldada oma raamatu.

Kopernikus teadis, mis tähendab astuda välja kõikvõimsa ja ülitugeva kiriku vastu. Ta oli teadlik, et kiriklased tungivad talle ta hulljulguse pärast kallale kogu karmusega, mispärast ta ei rutanudki. Ainult kui ta aimas surma lähenemist, lubas Kopernikus anda oma teose trükki. 1543. aasta mais kirjastati „Thornis eluneva Nikolaus Kopernikuse kuus raamatut taevakehade ringlemisest". Olles suremas võis ta veel ainult käega puudutada raamatuid, milledele oli pühendanud kogu oma elu. Kopernikus suri 24. mail 1543. aastal.

Kuid ta töö oli tehtud. Kopernikuse raamat levis üle kogu Euroopa. Inimesed said teada, et Maa tiirleb ümber Päikese ja kõik taevavõlvi liikumised on ainult näilikud. Ptolemaiose vananenud väärõpetusele oli antud surmahoop.

Kopernikuse avastus, et meie Maa ja teised planeedid liiguvad ümber Päikese, on üks suuremaid avastusi teaduses. Kuid tol ajal näis see avastus olevat nii julge ja ebatavaline, et paljud seda otsekohe ei tunnustanud. Möödus hulk aastaid, enne kui inimesed veendusid, et Kopernikusel on õigus. Palju julgeid ja geniaalseid inimesi võitles selle eest, et tõestada Kopernikuse õpetuse õigsust. Mõned neist andsid selle õpetuse eest isegi oma elu.

Raevunud Kopernikuse õpetuse levikust, kandsid kiriklased oma viha üle ta raamatuile. Teadlane ise ei olnud neile kättesaadav: ta keha puhkas kalmistul. Raamatud aga olid olemas ja kiriklased ei võinud sallida neid. Nad jälitasid Kopernikuse töid, otsisid neid üles ja põletasid tuleriidal. Kuid kõiki raamatuid nad hävitada ei suutnud.



Giordano Bruno (1548.—1600. a.).

Üks Kopernikuse raamatuist sattus Neapoli kloostri kasvandiku noore munga Giordano Bruno kätte. See teadusejanuline ja julge noormees astus kloostrisse selleks, et õppida. Tol ajal olid ainult kloostreis raamatukogud ja koolid.

Giordano Bruno luges Kopernikuse raamatu läbi ja mõistis, et Kopernikusel on õigus. Bruno otsustas pühendada oma elu tõe jutustamisele ja Kopernikuse õpetuse kui ainukese teaduslikult õige maailma käsitluse kaitsmisele.

Aastal 1576 põgenes Bruno kloostrist. Ta rändas ringi mööda Euroopat. Elas Genfis, Toulouse'is, Pariisis, Londonis, Wittenbergis, Prahas, Frankfurtis ja teistes linnades. Ta esines ülikoolides, avalikel vaidlustel, kirjutas artikleid ja raamatuid. Kõikjal kostis ta julge sõna Kopernikuse õpetuse kaitseks.

Kuid Bruno mõistis maailma veel sügavamalt kui Kopernikus. Ta arendas ja laiendas tema õpetust. Bruno sai aru, et ka Päike ei ole maailma keskuseks.



Tules, suitsupilves kadus suur mõtleja, teadlane ja filosoof Giordano Bruno.

Päike on niisamuti ainult täht, selline vaid kui needki tähekesed, mis vilguvad öises taevas. Võib-olla on need tähed sarnased Päikesele ja võib-olla nendegi kõrval nagu Päikese ümber liiguvad planeedid. Ei ole mingisugust kinnistähtede taevast, mingisugust empüreumit ehk õndsate eluaset. Kosmos on lõpmatu ning piiritu, ta on täidetud meie päikesesüsteemi sarnaste maailmadega.

Bruno oli suuremaid ja geniaalsemaid inimesi, kes väärivad kõikidel aegadel mälestust ning austust. Kolmsada viiskümmend aastat tagasi jutlustas ta ideid, mis alles nüüd on leidnud kinnitamist.

Bruno soojad ning kirglikud kõned ja julged mõtted, mida ta väljendas, panid kiriklased märatsema. Nad mõistsid, et Bruno purustab religiooni, et ta hävitab usu, mis on püsinud sajandeid. Kiriklased üritasid rohkem kui üks kord tabada Brunot, kuid riietudes tundmatult libises ta nende käte vahelt ära ja sõitis mõnesse teise linna.

Kuusteist aastat rändas Bruno Euroopas ringi, kuusteist aastat kõlasid ta sütitavad kõned.

Kiriklased tahtsid iga hinna eest hävitada põlatud filosoofi. Roomas valmis alatu ning nurjatu plaan. Rooma paavst ja talle lähedased isikud olid teadlikud Bruno kirjavahetusest õpetatud munga Maccenigo'ga. Kardinalid sundisid viimast kirjutama Brunole kirja, et ta tuleks Rooma. Reetur kutsuski Bruno endale külla, pakkus talle puhkust ja kinnitas, et ta on kaitstud iga hädaohu eest.

Bruno oli paljuaastasest kodutuna ringirändamisest väga väsinud. Ta oleks tahtnud tõesti puhata, elada kas. või natuke häirimata, ja ta nõustus sõitma. Aastal 1592 tuli Bruno Veneetsiasse, kus ta Moccenigo lossis timukate poolt tabati.

Bruno heideti vanglasse. Siin peeti teda kinni seitse

aastat. Teadlast vaevati ülekuulamistega, piinati, sunniti oma õpetusest loobuma, ähvardati surmaga. Kuid Bruno vastas alati: „Surm ühes sajandis teeb mõttetarga surematuks tulevastele sajanditele."

Lillede väljakul.

17. veebruaril 1600. aastal oli Roomas Lillede väljakul seatud üles hiiglasuur tuleriit. Linnas helisesid kirikukellad. Tänavailt ja põiktänavailt voolas väljakule ärevaid ja rahutuid inimesi. Rahvahulk lärmitses puuriida ümber, mille keskele oli püstitatud üksik jäme post.

Korraga tekkis vaikus. Inimesed pöörasid pead. Kõrvaltänavast kuuldus kaeblikku kirikulaulu. Ilmus nähtavale protsessioon. Ees kanti purpurpunast lippu, mille järel käisid säravas riietuseses preestrid, kelledele järgnesid mungad ja timukad, viimaste keskel aga oli hukkamõistetu. Käies hoidis ta pead uhkelt püsti. Suured mõtlikud silmad vaatasid julgesti, kuid pisut kurvalt. Süüdimõistetu oli kahvatu, kuid astus kindlal sammul. Keegi ei võinud öelda, et oleks märganud hirmu varjugi tema näol.

Rahvahulgas käis suust suhu selle inimese elulugu. Seitse pikka aastat on teda vanglas vaevatud, piinatud, sunnitud loobuma oma mõtteist. Kuid ta on jäänud kindlaks oma veenetes. Siis on mõistetud vangi üle kohut ja langetatud kohutav otsus: elusalt tuleriidal põletada.

Kui süüdimõistetule loeti ette kohtuotsus, paiskas ta oma timukale näkku uhked sõnad: „Te esitate selle kohtuotsuse suurema hirmuga, kui mina seda kuulan."

Surmamõistetu astus vaikides ja rahulikult tuleriida juurde. Ta käte ja jalgade küljes kõlisesid ahelad. Ta läks tuleriidale ja pööras selja vastu posti. Timukad

aheldasid ta posti külge. Vaimulikke kogunes ümber tuleriida. Nad ootasid patukahetsussõnu, ootasid, et see mees palub armu ja loobub oma ideedest.

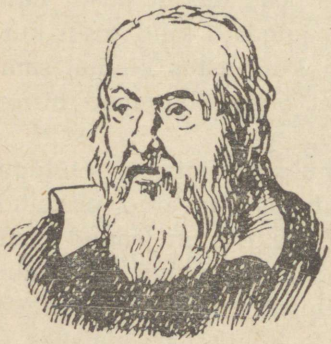
Kuid süüdimõistetu vaikis.

Timukad süütasid tuleriida. Rahvahulk tardus. Tules ja suitsupilvedes hävis suur mõtleja, teadlane ja filosoof Giordano Bruno.

Kolmsada aastat hiljem, s. o. 1900. a., püstitati Roomas Lillede väljakul ausammas tuleriidal hukkunud suurele õpetlasele. Kuid see ei püsinud kuigi kaua: 1936. a. kõrvaldasid fašistid selle ausamba.

Galileo Galilei.

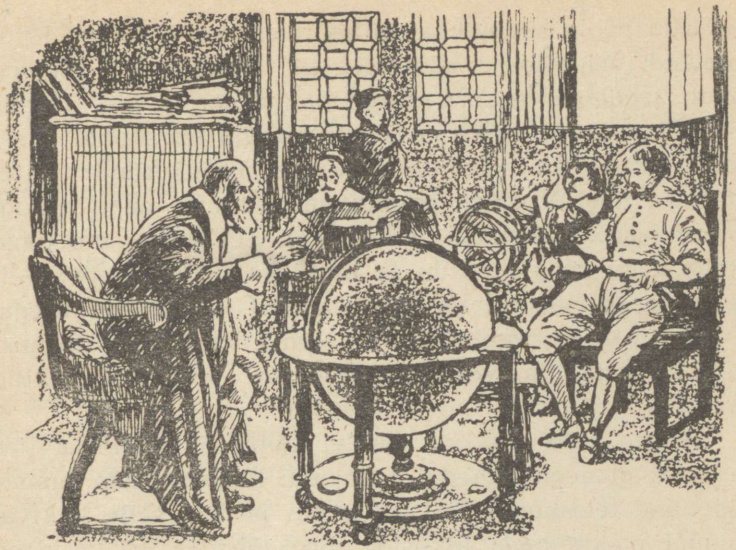
Kolmsada aastat tagasi leegitsesid paljudes Euroopa linnades heledalt tuleriidad, kus kiriklased põletasid Kopernikuse ja Bruno järglasi.



Galileo Galilei
(1564.—1642. a.).

Põhja-Itaalias Padova linnas elas kuulus õpetlane, matemaatika ja täheteaduse professor Galileo Galilei. Ta kaasakiskuvaile ning elavaile loenguile kogunes palju üliõpilasi. Galilei oli suurepärane oraator ja ta loengute ning teaduslike avastuste kuulsus oli tuntud kõigis Euroopa ülikoolides.

Galilei luges Kopernikuse raamatuid, olles veendunud tema õpetuse õigsuses. Ta kogus Kopernikuse õpetuse kasuks pidevalt uusi fakte, vaatlusi ja tõendusi.



Galilei jutustab inglise poeedile John Miltonile maailma ehitusest.

1608. aastal, kaheksa aastat pärast Bruno hukkamist, kuulis Galilei, et Hollandis on keegi leiutanud tähelepanuväärse toru. Kui vaadata läbi selle toru, siis isegi kõige kaugem näib olevat lähedal. Galilei sai teada, et sellise toru valmistamiseks on vaja kaht erilisel viisil lihvitud klaasi. Suurel õpetlasel polnud tarvis näha palju vaeva, et taibata, milles seisneb asi. Galilei valmistas vajalikud klaasid, ehitas toru ja suunas selle taeva poole. See oli esimene astronoomiline teleskoop. Galilei nimetas seda siis „tähtede teatajaks".

Teleskoobi abil nägi Galilei taevas loendamatul hulgal senitundmatuid tähti. Plejaadide ehk Sõela tähtkujus võib palja silmaga näha kuut kuni seitset tähekest, kuid teleskoobiga nägi Galilei kolmekümmend tähte.

Kuu poole suunatuna näitas teleskoop Galileile Kuul olevaid mägesid, mäekurusid ja tasandikke. Kui aga suur teadlane suunas toru Veenusele, ta otse tardus ootamatusest ja oleks peaaegu lasknud teleskoobi käest maha kukkuda. Galileile avanes harukordne vaatepilt. Ta nägi Veenust poolkuuna. Veenus nagu Kuugi omas faase. Tähendab, Veenus on niisamasugune tume keha nagu seda on Kuu ja Maa. Ta tiirleb ümber Päikese ja paistab ainult peegeldatud päikesevalgusega. Palju pikki öid veetis Galilei tornis, vaadeldes Veenust teleskoobiga, ja veendus lõplikult enda poolt tehtud avastuse õigsuses.

Pärast seda hakkas Galilei Jupiteri vaatlema. Ta avastas planeedi lähedal selle neli kaaslast. Siis suunas õpetlane teleskoobi Päikese poole ja nägi selle läikival pinnal plekke, mis liikusid. See tõendas Bruno ideed Päikese pöörlemisest.

Galilei hakkas koostama raamatut. Ta otsustas kirjutada selle lihtsas ja arusaadavas keeles, et seda võiks lugeda iga kirjaoskaja inimene.

Galilei on kirjutanud oma raamatu nii, nagu vestleksid seal kolm inimest omavahel. Üks neist on Kopernikuse, teine Ptolemaiose pooldaja, kuid kolmas on nii ühe kui ka teise poolt. Nii oli vaidluse vormis esitatud Kopernikuse õpetuse põhituum. Koheselt ei taipa, kellel on õigus, kuid taibukas lugeja võib ilma vaevata mõista, et Ptolemaiose pooldaja jääb siin kaotajaks pooleks.

Kui Galilei oli juba seitsmekümneaastane rauk, otsustas ta välja anda oma raamatu. Vaevalt oli Galilei raamat ilmunud, kui Roomast tuli talle käsk: ilmugu inkvisitsiooni kõrgemasse kohtusse. Galilei oli haige ja ta loobus sõitmast. Siis ähvardati teda raudadesse aheldatuna viia vägivaldselt kohtusse.

Galilei saabus haige vanamehena Rooma. Ta üle korraldati neli juurdlust, kus sunniti teda loobuma Kopernikuse õpetusest. Teda ähvardati ja neljandal korral otsustati abiks võtta piinamine. Piinamiste ähvardusel vanamees alistus.

Seitsmekümneaastasel Galileil ei olnud Bruno mehisust. Ta oli vana ning haige ja ostis endale elu oma õpetuse salgamise hinnaga.

22. juulil 1633. aastal toodi Galilei Püha Maria kirikusse. Hulgana kogunes ta ümber kardinale, prelaate ja palju teisi vaimulikke. Galileid sunniti põlvitama. Sellises asendis pidi teadlane sõna-sõnalt väljendama oma õpetusest loobumist, mis oli juba varem koostatud ja puhtalt ümber kirjutatud.

Galilei luges: „Mina, Galileo Galilei, surnud Vincenzo Galilei poeg Florentsist, seitsekümmend aastat vana, olles isiklikult kohtu ees ja põlvitades teie, kõrgesti pühitsetud kardinalide, kindral-inkvisiitorite ees, ketserliku kurja vastu ülemaailmses kristlikus koguduses, omades silmade ees püha evangeeliumi, millist puudutan oma kätega . . . , loobun oma eksiarvamustest ja väärõpetusest, nean ja vihkan neid . . .“

Galilei luges lõpuni oma loobumisteksti ja kirjutas sellele alla.

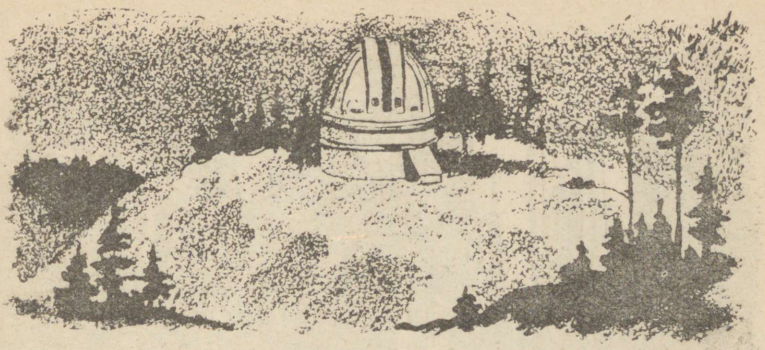
Loobumine päästis küll Galilei elu, kuid ei andnud talle vabadust. Ta asustati väikesse Arcetri alevisse, kus ta elas inkvisitsiooni pideva järelevalve all. Galilei jätkas siiski salaja töötamist oma vaatluste kallal. Ta kirjutas mitu teaduslikku tööd, isegi kirjastas neid väljaspool Itaaliat. Lõppeks jäi Galilei pimedaks, mistõttu ta ei olnud enam suuteline oma tööd jätkama. Siis saabus ka surm. Galilei suri 8. jaanuaril 1642. aastal.

Kopernikuse poolt alustatud õpetus, mille eest hukkus Bruno ja kannatas Galilei, on leidnud kinnitust.

Seda õpetust hakati edasi arendama uute teadlaste põlvkonna poolt.

Säärane on lugu sellest, kuidas inimesed said teada Maa liikumisest.

Bruno ei olnud ainuke, kes hukkus tuleriidal. Palju õpetlasi on ära põletatud ja surnuks piinatud kirikute piinakambreis.



Neljas peatükk.

Võluprillid — teleskoop.

Teil on juba teada, kuidas teleskoop aitas Galileil tõendada Kopernikuse õpetuse õigsust. Hiljem aga avas teleskoop, see haruldane instrument, inimpilgule kauged maailmad, näitas inimestele maailmaruumi, selle ehitust ja taevakehade liikumist. Selles peatükis kõneldaksegi teleskoobist.

Leiutis, mida omistatakse Lippershey'le.

Pärimus jutustab sellest avastusest järgmist. Hollandi linnakeses Middelburgis elas Lippershey-nimeline prillitegija. Ta lihvis klaase ja valmistas prille. Lippershey müüs ainult häid klaase, kõlbmatud kinkis aga mänguasjadeks oma lastele.

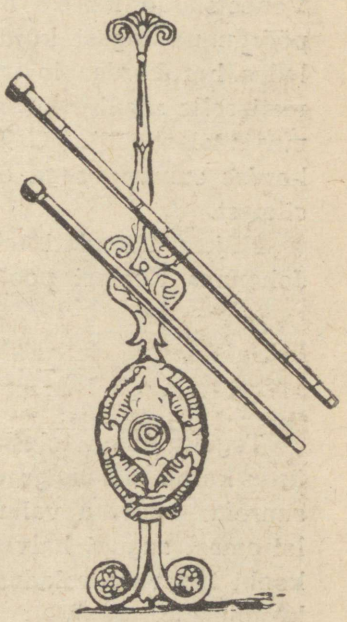
Lippershey pojuke, mängides isa äraolekul klaasikestega, asetas juhuslikult kaks lihvitud klaasi teineteise ette. Poiss vaatas läbi nende ja nägi, et akna peal ronis hiiglasuur tundmatu karvane koletis. Hirmu pärast



Võluklaasid lähendasid kaugeid esemeid.

laskis poiss klaasid maha kukkuda. Koletis kadus otsekohe: aknaklaasil istus vaid suur kärbes ja puhastas jalgu.

Hirmu möödudes otsustas poiss uuesti vaadata läbi võluklaaside, mis olid näidanud talle koletist. Ta asetas klaasid endiselt, kuid seekord ei näinud ta midagi hirmsat. Selle asemel liikus äkitselt paigast linna kellatorn ja asetus otse prillimeistri majakese akende ette. Poiss langetas klaasid, ja kellatorn pöördus silmapilkselt tagasi oma kohale.



Kaks teleskoopi, Galilei enda valmistatud.

Otsekohe, kui isa oli koju tulnud, jutustas poiss talle võluklaasidest. Lippershey kontrollis poja vaatlusi ja valmistas kiiresti esimese pikksilma. Kummassegi toruotsa asetas ta klaasi. Sellisena omas toru tõepoolest võlurlikke omadusi: ta lähendas kauged esemed niivõrd, et paistis nagu võiks väljasirutatud käega neist kinni haarata.

Oma leiutisest teatas Lippershey Hollandi valitsusele ja palus endale tasu määrata. Kuid valitsus vastas, et teise optiku Metziuse poolt on valmistatud täpselt samasugune toru. Algas vaidlus selle üle, kes on esimene pikksilma leiutaja. Vaidlusse segasid endid veel teisedki leiutajad, kes samuti väitsid, et just nemad on leiutanud toru esimesena. Nende vaidluste tõttu ei ole

seni olnud võimalik kindlaks teha, kes on leiutanud pikksilma. On täiesti võimalik, et see on leiutatud üheaegselt mitme isiku poolt. Leiutiste ajalugu tunneb palju selliseid juhtumeid.

Galilei nägi üht esimest pikksilma, mis oli toodud Veneetsiasse kellegi hollandi kaupmehe poolt. Galilei, pöördunud tagasi koju, veetis kogu öö uneta, mõtiskledes harukordse instrumendi üle. Õpetlane taipas kiiresti selle seadise konstruktsiooni ja valmistas oma esimese teleskoobi. Galilei teleskoop oma kolmekümnekordse suurendusega oli võrratult parem hollandi pikksilmast.

Hiljem täiendati teleskoopi teise kuulsa astronoomi Johannes Kepleri poolt.

Teleskoobi saladus.

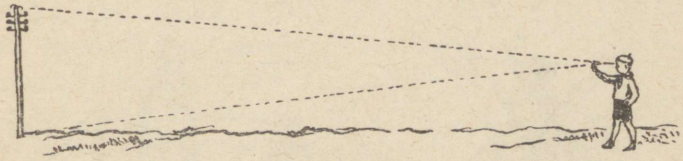
Tegelikult on teleskoop väga lihtne. Selle ehitust on üsna kerge mõista, ja olles sellest aru saanud, võib ilma suurema vaevata valmistada teleskoop, mis pole Galilei omast sugugi halvem. Et enesele selgeks teha teleskoobi tegevuse saladus, tuleb kõigepealt vastata kahele küsimusele.

Esimene: mispärast näeme kaugemal olevaid esemeid väiksematena kui lähedasi?

Teine: Kuidas läbib valguskiir kumerklaasi?

Vastus esimesele küsimusele. Võtke harilik tuletikk ja hoidke see väljasirutatud käes püstloodis. Vaadake kord tuletikule, kord mõnele kaugemal asetsevale esemele. Olgu selleks näiteks telefonipost. Teadagi on post tikust vähemalt sada korda suurem. Postid tehakse viie meetri pikkused, tikud on ainult viie sentimeetri pikkused. Kuid tikk näib teie silmale niisama suurena kui

postki. Miks on see nii? Selle nähtuse selgitamiseks on joonisel tõmmatud tuletiku ja posti otstest jooned otse silma läätsele. Need jooned kujutavad valguskiiri, mis lähtuvad vaadeldava eseme äärpunktidest.



Eseme näiline suurus sõltub vaatenurgast.

Nagu näete, koonduvad kiired silmas teatava nurga all, mis omab erilist nimetust — vaatenurk. Võrrelge nurkade suurusi, mida moodustavad tuletikult ja postilt lähtuvad kiired. On selge, et need nurgad on võrdsed.

Tähendab, vaadeldava eseme nähtav suurus sõltub vaatenurgast ehk, teisiti öeldes, oleneb sellest, missuguse nurga all koonduvad valguskiired meie silma läätsel. See ongi vastuseks esimesele küsimusele.

Nüüd vastame teisele küsimusele. Valguskiir, siirdudes õhust mingisugusesse teise läbipaistvasse ainesse, näiteks vette, klaasi või ränisse, muudab oma teed. Nagu öeldakse, ta kiir murdub. Sellepärast näibki veega täidetud klaasi asetatud lusikas murtuna. On arusaadav, et tõelikult on lusikas terve, ainult valguskiirte murdumise tõttu vees on selle kuju moonutatud.

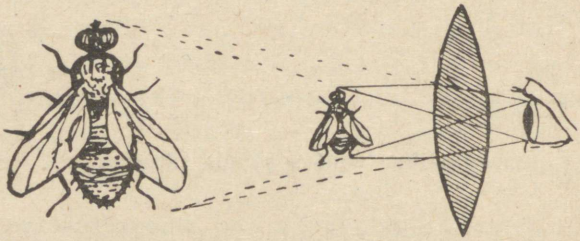


Kiirte murdumine vees.

Aknaraamesse asetatud õhuke tasane klaas ei moonuta selle klaasi taga olevat pilti peaaegu sugugi. Kui aga klaas juhtub olema ebatasane, kumerustega ja eba-

ühtlase tihedusega, siis sellise klaasi läbi näete esemeid täielikult moonutatuina. Selle põhjuseks on kiirte murdumine klaasi ebatasasustes.

Mis sünnib siis, kui võtta kumer hästi lihvitud klaas? Vaadake joonisel kujutatud kärbest. Ilma kumera



Kiirte murdumine läätses suurendab vaatenurka ja nagu lähendaks eset.

klaasita koonduvad kärbselt meie silma suunas tulevad kiired väikese nurga all. Kui asetada vaadeldava eseme lähedale kumer klaas, siis suureneb vaatenurk. Me teame, et mida suurem on vaatenurk, seda suurem pais tab meile ese. Seepärast näibki kärbes läbi kumera klaasi vaadatuna palju suurem kui harilikult.

Seega võime öelda: selleks, et näha eset suurena ja lähendada selle kujutis silmale, on tarvis klaaside abil muuta vaatenurk, teha see nurk suuremaks.

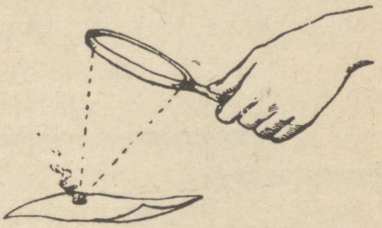
Kuidas teha luup kaugele nägevaks.

Kumer klaas omab mitmesuguseid nimesid. Optikud ja astronoomid nimetavad seda kaksikkumeraks läätseks ehk luubiks, kogumis- ja isegi süütamisklaasiks.

Arvatavasti olete teinud katset koondada luubiga päikesekiiri ühte punkti ja süüdata paber kiirte heleda kimbuga. Nii on tihti toiminud reisijad: tikkude puudusel hankisid nad tule luubi abil päikesekiirtelt. Luup

on oma vormilt läätsesarnane. Ta koondab kiiri ja kannab õigusega kogumis- ehk süütamisklaasi nime.

Mida kumeram on klaas, seda lühem on valguskiirte kimp. Vähe kumerate klaaside puhul, nagu on prilliklaasid, koonduvad päikesekiired ühte punkti ühe või isegi kahe meetri kaugusel klaasist. Seda kaugust nimetatakse optikas fookuseliseks kauguseks ehk fookuse kauguseks. Tugevasti kumeraid klaase nimetatakse lühifookuselisteks ja peaaegu lamedaid klaase — pikafookuselisteks.

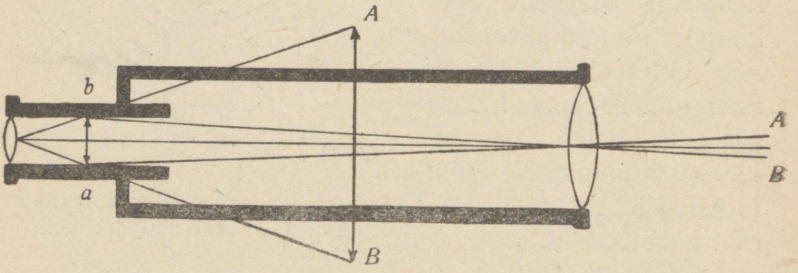


Luup, koondades päikesekiiri ühte kimpu, põletab paberi läbi.

Missuguse luubi me ka võtame, võib igal juhul läbi selle vaadata vaid lähedal olevaid esemeid. Läbi luubi ei saa me vaadata kaugemal asetsevat eset, sest kiired lähevad nii segi, et midagi pole näha. Luup on seega lühinägev ja kaugele sellega vaadata pole võimalik. Kuid planeedid ja tähed asetsevad meist väga kaugel. Et muuta luup kaugele nägevaks, on tarvis panna talle prillid ette, s. o. lisada juurde veel üks klaas, mis lähendab luubile kauge eseme kujutise, mida siis luup näitab tugevasti suurendatult.

Teleskoop valmistatakse alati kahest klaasist. Ühte klaasidest, nimelt seda, mis on suunatud esemele, nimetatakse objektiiviks, ja see on prilliklaasiks; teist silma juures olevat klaasi aga nimetatakse okulaariks ehk silmaläätseks — see on luup. Objektiivi ja okulaari töö oleks nagu omavahel jagatud. Objektiiv lähendab kujutise okulaarile, kuid okulaar võimaldab inimese silmale vaadata seda kujutist suurema vaatenurga all.

Omades fotoaparaati ja luupi, võite ühe minutiga valmistada enesele teleskoobi. Hankige fotoaparaat „Fotokor". Avage see ja asetage nii, nagu kavatseksite pildistada kaugel olevat eset. Suunake teravus mattklaasile selliselt, et seal tekiks terav kujutis kaugeist esemeist. Seejärel võtke luup ja vaadake selle läbi tekkinud kujutist. Luup suurendab seda tugevasti.



Refraktorteleskoop. Objektiiv lähendab kujutise luupokulaarile, kuid okulaar suurendab teda.

Ei ole raske taibata, et mattklaas on ülearune. Eemaldage see, kuid luup hoidke endisel kohal. Kujutis läheb selgemaks, teravamaks ning heledamaks. Sellega ongi teleskoop valmis. Kuid selles on näha kõik ümberpöördud asendis. Ka tõelised teleskoobid näitavad taevakehasid ümberpöörduna, kuid see ei eksita kedagi. Maailmaruumis ei ole ülemist ega alumist poolt, ja sellepärast on ükskõik, millises asendis vaadelda planeete ja tähti.

Millest sõltub teleskoobi hästinägevus ja suurendus?

Kassil on päevaajal silmaterad kitsad nagu pilukesed. Öösel nad laienevad, muutudes ümmarguseks ja suureks. Seepärast näebki kass öösel väga hästi. Niisamasugune silmaehitus on öökullil ja nahkhiirel. Ka

inimestel laienevad silmaterad pimeduses. Ava, mille kaudu tungib valgus silma, muutub suuremaks, mispärast suureneb ka silma nägevus. Tähendab, hästinägevus sõltub silmatera suurusest, s. o. avast, mille kaudu tungib valgus silma.

See on täiel määral kehtiv ka teleskoobi kohta. Mida suurem on silmatera — objektiiv, seda teravama nägevusega on teleskoop. Et koondada hästi palju valguskiiri, peab objektiivi lääts olema võimalikult suurem. Okulaar võib olla väga väike, sest ta ülesandeks on edasi toimetada silmale objektiivi poolt kogutud kiiri. Seepärast ei ole vajalik, et okulaar oleks palju suurem kui meie silmatera.

Teleskoop sarnaneb lehtriga, millel üks ots on lai ja teine kitsas. Teleskoop on valguskiirte jaoks õige lehter. Lai ots on kasulik teha veelgi laiemaks, mistõttu suureneb teleskoobi hästinägevus ja kõik on näha selgemini ja üksikasjalikumalt.

Ei ole raske arvutada, mitu korda on teleskoop silmast terasem. Meie silmatera läbimõõt on viis millimeetrit, kuid amatööri väike teleskoop omab objektiivi läbimõõduga umbes sada millimeetrit. Mitu korda on objektiivi pindala suurem silmatera pindalast? Arvutades leiame, et nelisada korda. Mõistate nüüd, missugune võimas instrument on teleskoop. Kuid on olemas hiiglasuuri teleskoope, mille objektiivi läbimõõt on kaks pool meetrit. Ameerikas ehitatakse teleskoop, mille ava on viis meetrit. Sellise astronoomilise hiiglase kaugenägevus on miljon korda suurem kui silmal.

Ei tohi segada teleskoobi hästinägevust ta võimega suurendada ning lähendada kaugete esemete kujutisi. Optika, teadus valguskiirte peegeldusest ja murdumisest, püstitas järgmise seaduse: teleskoop suurendab kujutist nii mitu korda, kui mitu korda objektiivi fooku-

seline kaugus on suurem okulaari fookuselisest kaugusest.

Tähendab, objektiiviks on vajalik kergelt kumer lääts, peaaegu lame, pika fookuselise kaugusega, kuid okulaar peab olema väike, tugevasti kumer klaas lühikese fookuselise kaugusega. Selline teleskoop annab tugeva suurenduse.

Näiteks te ostsite objektiivi jaoks läätse fookuselise kaugusega poolteist meetrit, okulaari jaoks aga luubi fookuselise kaugusega kaks sentimeetrit. Mitu korda suurendab teie teleskoop? Arvutus on väga lihtne. Jagage sada viiskümmend kahega; saate 75. Seega teie teleskoop suurendab 75 korda.

Kui see suurendus osutub teile mitteküllaldaseks, muretsege okulaari jaoks teine luup, mis on veel kumeram ja mille fookuseline kaugus on poolteist sentimeetrit. Sel juhul annab teleskoop sajakordse suurenduse.

Nüüd tunnete teleskoopi küllaldaselt, et ehitada enesele hea omatehtud teleskoop.

Kuid olles selle valmistanud, ei jää te päriselt rahule, sest taevakehade kujutised on teie instrumendis värvilised. Iga ese on ümbritsetud vikerkaarevärvilise äärestusega. Muidugi segab see vaatlemist, aga seda ei ole võimalik vältida. See on möödapääsmatu pahe lihtsate isevalmistatud pikksilmade puhul. Et värvilisest äärestusest vabaneda, valmistatakse moodsate astronoomiliste instrumentide objektiivid kahest kuni kolmest läätsest.

Võistlevad vennad.

Kas on võimalik ehitada teleskoop, mis suurendab miljon korda? Valame objektiivi jaoks hiiglasuure kergelt kumera pikafookuselise kaugusega läätse. Valmis-

tame pika toru, valime välja lühifookuselise kaugusega okulaari, ja mitu tuhat korda suurendav teleskoop ongi valmis.

Niimoodi varem mõeldigi. Katsetati koguni ehitada selliseid teleskoope. Valmistati viiekümne meetri pikkused torud. Kuid säärased torud kooldusid iseenda raskuse tõttu kui õngevibud ja neis läks sassi kiirte kulg, mistõttu saadi moonutatud kujutis. Õpetlased katsusid kinnitada seesuguste torude alla metalltugesid, kuid teleskoop muutus sel teel nii kogukaks nagu raudteesild. Sellist mürakat oli võimatu juhtida.

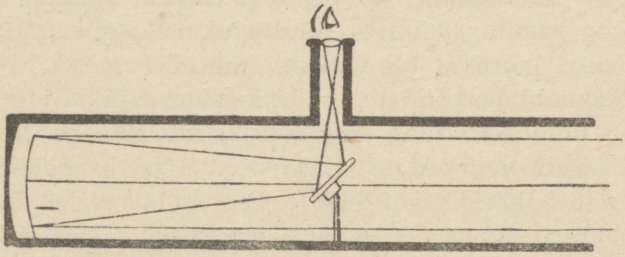
Teleskoobi ja kõigi ta osade kaal, eriti klaaside raskus, on põhiliseks ning ületamatuks takistuseks. Kujutlege määratu suurt klaasist läätse, mis on keskelt paks ja äärtelt õhuke. Kui kõva ja vastupidav klaas ka ei oleks, ikkagi muutuvad selle läätse ääred, ja klaas kaotab raskuse mõjul vajaliku algkuju. Ja täheteadlane ei näe läbi moondunud klaasi mitte tähti, vaid mingisuguseid veidraid komasid. On arusaadav, et sellisest teleskoobist pole mingisugust kasu.

On olemas veel teine takistus. Suurt läätse valada on väga raske. Selleks on tarvis saada tükk ideaalselt puhast klaasi, mis on täiesti ühesuguse koostisega ja ühesuguse tihedusega, ilma ühegi kõveruseta või teiste vigadeta. Raske on valada sellist klaasi, kuid veel raskem on sellest klaasitombust töödelda läätse, seda lihvida ja raami paigutada. Kuski ei või lubada isegi kõige väiksemat, kõige tühisemat ebatäpsust.

Juba 1912. aastal, enne Esimest Maailmasõda, tellis Pulkovo tähetorn ühelt kuulsalt inglise firmalt suure teleskoobi, mille objektiivi läbimõõt pidi olema 41 tolli ehk 103 sentimeetrit. Firma võttis tellimuse vastu. Möödus üle kümne aasta, kuid objektiivi ei saadud ikka veel valmis. Nii ei täitnudki firma meie tellimust, sest

see osutus talle liiga raskeks. Teleskoobi läätse valmistamine usaldati nõukogude noorele optikatööstusele.

Mitte kohe ei õnnestunud meie tehasel valmistada läätse: mitu proovivalatist ebaõnnestus. Kuid lõppeks valmistati Leningradi optikatehases Pulkovo tähetorni teleskoobi läätse jaoks tükk suurepärast optilist klaasi. See klaas anti lihvimiseks Leningradi Riiklikule Optika Instituudile. Kuid 1941. aastal, kui saksa fašistid tungi-



Reflektorteleskoop. Nõguspeegel lähendab lameda peegli abil kujutise okulaarile, kuid okulaar suurendab teda.

sid meie kodumaale, tuli optikainstituudil evakueeruda idasse selleks, et valmistada meie Punaarmeele uusi, sõjaväele vajalikke optilisi instrumente.

Poolvalmis objektiiv peideti Leningradis hoolikalt sügavasse keldrisse.

Lõppes sõda. Poolvalmis objektiiv toodi keldrist välja. Varsti saab ta endale koha taastatavas Pulkovo tähetornis. Uus Pulkovo teleskoop saab suuruselt kolmas maailmas.

Esitame suuremate teleskoopide nimestiku.

Yerkes'i USA-s, Chicago lähedal	102,0 cm
Licki USA-s, Kalifornia lähedal	91,5 „
Tulevane Pulkovo	81,0 „
Potsdami	80,0 „

Yerkes'i teleskoop, mis on suurim, omab objektiivi läbimõõduga sada kaks sentimeetrit.

Yerkes'i refraktorteleskoobi toru pikkus on üheksateist meetrit. Oma tohutu klaassilma tõstab teleskoop neljakordsest majast kõrgemale. Kogu seadise kaal on kuusteist tuhat kilogrammi, kusjuures objektiivi kaal üksi on nelisada kilogrammi. Kui Yerkes'i teleskoop suunata järsku üles, siis hakkab ta objektiivi lääts moonduma, järelikult saadakse ebaõige kujutis. Seepärast ei tõsta teda täheteadlased liiga kõrgele. Kõigest hoolimata annab see hiiglane ainult kolme tuhande kordse suurenduse.

Peale läätsedega teleskoopide või, nagu nimetavad neid astronoomid, refraktorite, on olemas veel teist tüüpi teleskoop. See on refraktori lihtne vend — peegelteleskoop ehk reflektor. Reflektoril on objektiivi läätse asemel nõgus peegel. Otsekui tohutu lehter koondab nõguspeegel kiiri oma fookusesse ja saadab nad okulaarile.

Reflektor on refraktorist viiskümmend aastat noorem. Ta on leiutatud inglise matemaatikaprofessori Gregory' poolt 1661. aastal.

Põhiliselt on vennasteleskoopide ehituses palju ühist. Refraktoris koondab kiiri ainult lääts, reflektoris aga nõguspeegel. Pärast reflektori leiutamist algas vennasteleskoopide vahel võistlus, sest mõlemail neist on omad eelised ja puudused.

Esimeste suurte teleskoopide ehitaja.

Ei ole teada, missugustel põhjustel lahkus Herschel'i perekond oma sünnikohast Moraaviast ja siirdus Saksamaale. Isa oli pillimees, mängis oboed. Saksamaal astus ta Hannoveri kaardiväe rügemendi orkestrisse. Oli käi-

mas Seitsmeaastane sõda. Teenistus saksa sõjaväes oli raske. Herschelil oli kümme last, kelle eest tuli hoolitseda. Seetõttu lahkus Herscheli isa pärast lahingut Hastenbecki all rügemendi orkestrist ja otsustas lahkuda Saksamaalt, kus tal oli olnud raske elada, ja otsida õnne Inglismaal.

Isa arvas, et Inglismaal on tal kergem tööd leida muusikaõpetajana või pillimehena mõnes orkestris. Kuid ka Inglismaal ei läinud tal kuigi hästi, ja Herscheli isa suri peatselt. Poeg William päris oboe ja mõned astronoomilised raamatud. Vana pillimees armastas vabadel hetkedel lugeda tähtedest, Päikesest ja kaugete maailmade liikumisest.

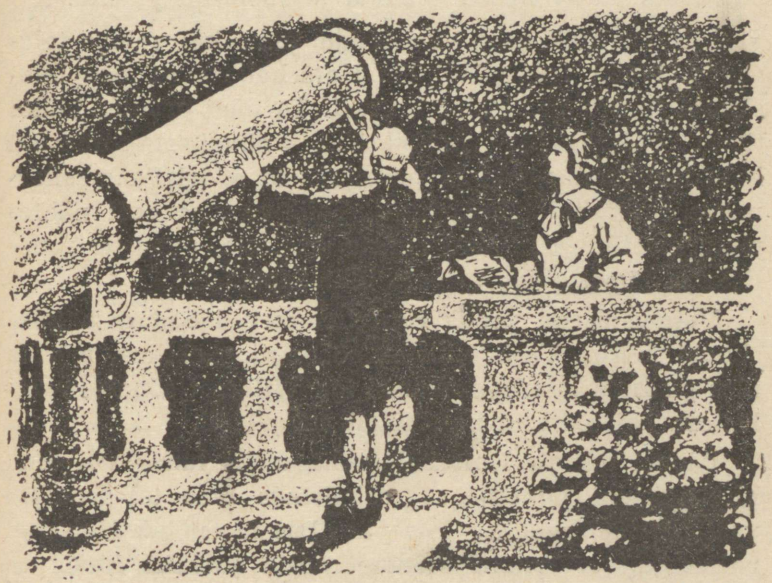
Herscheli perekonnas olid kõik pillimängijad. Eriti paistis silma nende hulgas poeg William, kes mängis väga hästi viiulit ja oboed.

William sai muusikaõpetaja koha Bath'e suvituslinnakeses. Ta oli seal tegevuses kogu päeva. Hommikul mängis ta orkestris orelit, siis tulid õpilased ja alles hilja õhtul avas William mõned isa armsaist raamatuist. Ta mõtted lendasid maailma ääretuisse avarustesse. Isa astronoomiaharrastus kandus üle pojale. William tahtis tundma õppida taevast ja unistas kas või väikese teleskoobi omandamisest. Kord leidiski William Herschel vanakraamikauplusest selletaolise instrumendi, kuid ta ei jäänud sellega rahule, sest see oli nõrk ja halb teleskoop.

Suure teleskoobi ostmine ei olnud Herschelile jõukohane ja ta otsustas ehitada selle ise. Õe Karoline pani ta kleepima tohutut kartongist toru, vend Aleksander tahus puust välja mitmesuguseid osasid ja William ise lihvis peeglit. Herschel otsustas ehitada nõguspeegliga reflektor-teleskoobi, sest selline inst-

rument oli odavam ja seda oli omal jõul kergem ehitada.

Kartong osutus halvaks ja ebaotstarbekaks torumaterjaliks. Kartongist toru polnud vastupidav. Pärast mõningaid katseid visati see minema. Herschel hakkas



William Herschel ja ta õde Karoline Herschel vaatlevad planeeti Uuranit.

ehitama teist teleskoopi. Magamistuppa asetati suur treipink, vastuvõtutuppa aga höövlipink. Tisler valmistas puutoru. Aleksander treis tööpingil teleskoobi väikesi osi ja Herschel ise lihvis klaasi. Vabadel päevadel töötas ta vahetpidamatult, ja juhtus sedagi, et kuueteistkümne tunni vältel ei lahkunud Herschel tööpingi juurest. Karoline tõi talle lõunasöögi järele ja söötis

venda lusikast. Peegli küljest käsi võtmata ta aina lihvis ja lihvis seda.

Kui tuli töövaheaeg, asus terve pere muusikariistade juurde: William võttis oboe, Aleksander asus tšello juurde, Karoline aga laulis. Selles sõbralikus perekonnas osati suurepäraselt töötada ja rõõmsalt puhata.

Möödus hulk aega visa tööga, enne kui valmis teleskoop. Nüüd veetis William Herschel terved ööd teleskoobi juures ja vaatles taevast. Ta nägi arvutut hulka tähti: kaksik- ja kolmiktähti, pilvekeste-sarnaseid hõbedasi udukogusid ja omapäraseid sädeleva mesilasparve sarnaseid tähekogusid. Talle avanes seni nähtamatu maailm, asustatud siniste, kollaste, punaste, roheliste ja pimestavalt valgete tähtedega.

Vaimustusega veetis Herschel terved ööd oma teleskoobi juures. Ta õde, ustav sõber ning abiline, märkis üles pisikese laterna valgusel iga Williami sõna ta vaatlustest. Nii töötasid nad kõigil selgeil öil.

Päeval mängis Herschel orelit, andis tunde või asus lihvimispingi juurde, et valmistada oma teleskoobile veel paremat peeglit. Oma päevikus meenutab Herschel uhkusega, et viieteistkümne aasta jooksul lihvis ta Bath'es nelisada kolmkümmend eri suurusega peeglit.

Pingeline ning visa muusiku-täheteadlase töö tasus end hästi. 1781. aastal, ööl vastu 13. märtsi märkas Herschel taevas nõrgavõitu heledat täppi. See liikus üsna kiiresti tähtede keskel. Paari päeva pärast leidis Herschel, et uus taevakeha on tegelikult liikunud kaugele oma esialgsest kohast. Polnud kahtlust: heledat täppi ei saanud pidada täheks. Teine täheteadlane Andres Lexell kinnitas, et avastatud taevakeha ei ole täht. See oli seni tundmatu planeet. Hiljem nimetati Herscheli planeet Uuraniks.

Uurani avastamine tõi Herschelile kuulsuse. Kogu Inglismaa kuulis kummalisest muusikust, kes tegeles astronoomiaga ja avastas uue planeedi. Inglise kuningas Georg III, saanud kuulda Herschelist, kutsus ta otsekohe kuningliku astronoomi kohale.

Herschel loobus muusikast ja pühendus täielikult armastatud teadusele — astronoomiale. Kuningliku täheteadlase töötasu oli äärmiselt väike. Kuid Herschel leidis võimaluse elada jõukalt ja hankida enesele vajalikud vahendid. Ta avas töökoja, ehitas teleskoope ja müüs neid harrastajaile.

1785. aastal asus Herschel oma viimse teleskoobi ehitamisele. Ta ehitas hiiglasuure toru, pikkusega kaksteist meetrit. Ehitatava teleskoobi nõguspeegli läbimõõt pidi olema sada kakskümmend sentimeetrit ja kaaluma tuhat kilogrammi.

Pärast nelja-aastast visa tööd 28. augustil 1789. aastal sai hiigla teleskoop valmis. Samal õhtul asus Herschel uue teleskoobiga planeedi Saturni vaatlemisele ja nägi ta kõrval veel üht seni tundmatut kaaslast — Saturni kuuendat kuud. Seejärel leidis ta Saturni seitsmenda kaaslase.

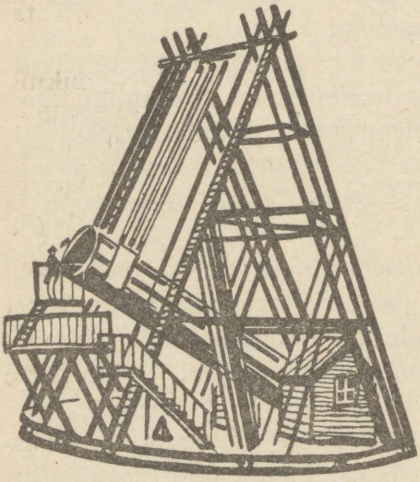
Kui Herschel oleks teinud üksnes need avastused, oleks ta juba võinud saada maailmakuulsaks.

Kuid asi ei seisne selles, sest need Herscheli avastused olid vaid juhuslikud lisandid tema tähtede-maailma uurimuse kui põhilise töö kõrval.

Oma hiiglasuurte teleskoopidega nägi Herschel nii paljusid tähti, et ta ei suutnud neid isegi loendada.

Seepärast otsustas ta uurida tähistaevast mitte üleni, vaid ruutude viisi. Ta ei uurinud mitte tervet ruudukest, vaid ainult selle keskkohta, siirdudes siis järgmisele. Nii uuris ta läbi kogu taeva. Ta otsekui ammutas tähti igas suunas.

Nende vaatluste põhjal tegi Herschel kindlaks, et tähed pole mitte juhuslikult laiali paisatud mööda taevast, vaid nad asetsevad rühmiti ühel tasemel, moodustades seejuures oma kogusummas veskikivi või jalgratta sõõri kuju.



William Herscheli hiigla teleskoop.

Herschel avastas samuti, et sageli kogunevad tähed mõnes kohas nagu mesilaste sülem ja moodustavad udukogusid või täheparvi.

Mõned tähed tiirlevad üksteise ümber nagu planeedid ümber Päikese. Herschel tõestas ka, et Päike liigub kiiresti maailmaruumis tähtede keskel.

Herschel avastas palju tohutuid, seni tundmatuid maailmu ja omandas sellega silmapaistva õpetlase ning sügava mõtleja surematu kuulsuse.

Herschel töötas innuga. Kuid Inglise kuninga uudishimulikud õukondlased häirisid tihti kuninglikku täheteadlast ta vaatluste puhul. Nad armastasid vestelda õpetlasega, ronisid ta vaatetorni ja segasid niiviisi täheteadlast ta töös.

Töötades suure teleskoobiga märkas Herschel, et tohutu peegel läheb väga ruttu rikki ja paindub oma raskuse all. Herschel pidi alatasa peeglit üle lihvima, kuid see ei aidanud kauaks. Kui ta vanaks jäi, ei suutnud ta nagu varem mitu tundi järjest ikka lihvida peeg-

lit tööpingil. Lõppeks heitis Herschel kõrvale oma hiigelteleskoobi ja hakkas taevast vaatlema teiste vähemate teleskoopidega.

Viimased elupäevad veetis Herschel oma kabinetis ja ei väljunud sealt peaaegu üldse.

Suur täheteadlane suri 21. augustil 1822. aastal. Teleskoop püsis veel seitseteist aastat endisel kohal. Oma tuhmunud peegliga seisis ta mahajäetuna ning unustatuna. Seejärel William Herscheli poeg John Herschel, samuti tähelepanuväärne täheteadlane, tegi korralduse võtta teleskoop lahti. Toru lasti alla ja asetati kolmele madalale kivist postile.

Ööl vastu 1. jaanuari 1840. aastal asetati toru õõnde pidulikult kaetud laud. Kogu Herscheli pere kogunes teleskoobi torru vastu võtma uut aastat. John Herschel luuletas nukra ning piduliku hümni oma kuulsa isa ja ta suure lapse hiigelteleskoobi auks. Terve pere laulis kooris seda laulu:

„Siin oli ärkvel me isa külmadel öödel.

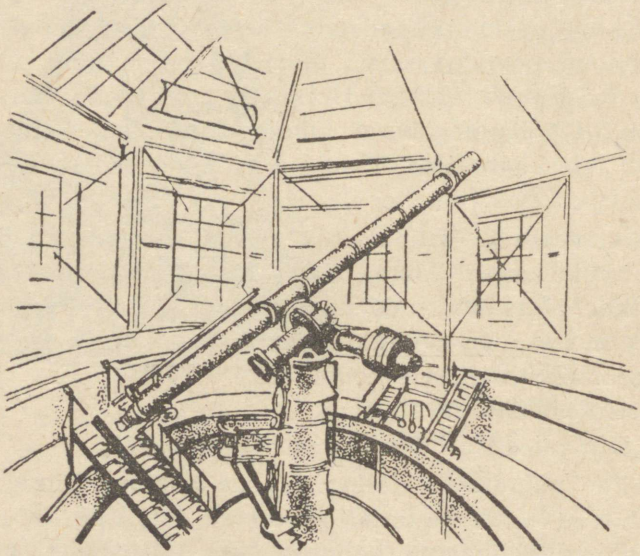
Siin naeratasid talle tähtede-maailma kiired, siin aitas teda truult ja õrnalt armastav õde. Üheskoos rändasid nad tähtede piirkonnas.

Nüüd on toru ettevaatlikult langetatud. Ta on ohvriks toodud kõikehävitavale ajale. Mööda tast tormavad käratsevad sajandite read, kuid tema rusudel hiilgab endiselt edasi ta kuulsus."

Pärast seda pidustust pandi toru otsad kinni ja ta jäi lamama aeda, uppudes rohelisesse. Toru juurde püstitati William Herschelile mälestussammas.

Selline on ühe kuulsama täheteadlase-vaatleja ja ta tohutu teleskoobi elulugu.

Herschel arvas, et suurte peegelteleskoopide vaenlaseks on temperatuuri vaheldumine. Talle näis, et see rikub kiiresti peegli pinna ja kõik suured instrumendi väärtused lähevad kaotsi.



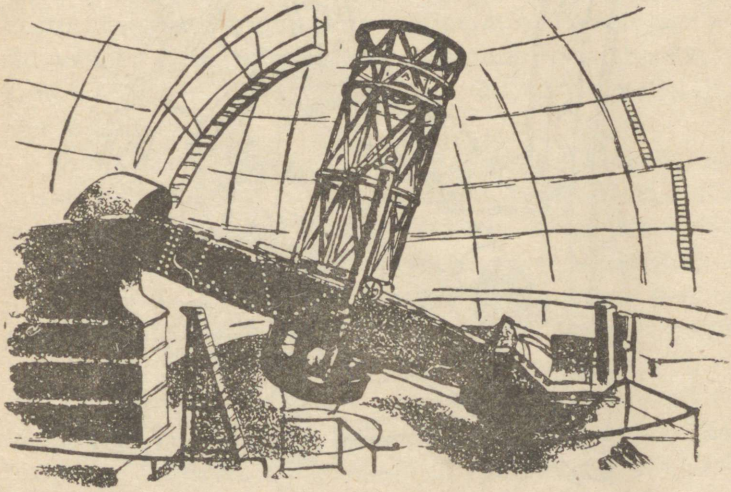
Kolmekümnetolline Pulkovo refraktor, mis on hävitatud saksa barbarite poolt.

Pärast Herschelit katsusid täheteadlane Rosse ja mõned teised ehitada suuri reflektoreid, kuid need osutusid läätsteleskoopidest halvemaks. Vennasteleskoopide-vahelises võistluses jäi võit möödunud sajandil refraktorteleskoopide poolele ja peegelteleskoobid kui halvemad jäeti kõrvale.

Selle sajandi algul asi tegelikult muutus. Täheteadlased veendusid, et refraktorid on jõudnud oma täius-

likkuseni ja kõrgemale tõusta nad enam ei suuda. Tahes või tahtmata tuli meenutada nooremat venda. Osutus, et peegelinstrumentide puudusi võib osalt kõrvaldada peegli hoolika väljatöötamise ning täpsema viimistlemisega.

Ja meie ajal on hakatud uuesti ehitama tohutuid peegelteleskoope. Neljakümne aasta kestel on juba ehi-



Sajatolline reflektor astronoomilises tähetornis Wilsoni mäel USA-s.

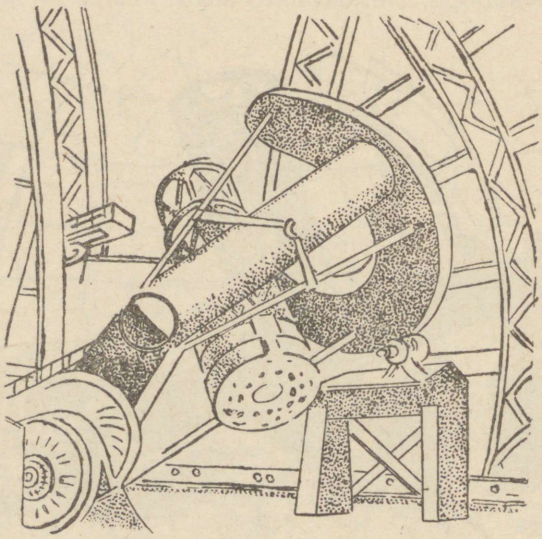
tatud kakskümmend reflektorit rohkema kui meetrise peegli läbimõõduga. Üks neist on üles seatud Krimmis Simeizi tähetorni. Simeizi teleskoobi peegli läbimõõt on sada kaks sentimeetrit. Mõõtmetelt, nagu näete, jääb ta pisut Herscheli peeglist maha. Kuid teiste niisama vanade reflektorite hulgas peetakse teda väikeseks.

Suurimad teleskoobid maailmas on hiljuti ehitatud reflektor Palomari mäel (peegli läbimõõt viissada

kaheksa sentimeetrit) ja reflektor Wilsoni mäel (peegli läbimõõt kakssada viiskümmend neli sentimeetrit).

1939. aastal oli peegel Palomari hiiglase jaoks juba valmis.

Selle peegli valmistamise ajalugu on väga huvitav. 1932. aastal valati katseks võrdlemisi väike peegel läbi-



Kahesajatolline reflektor astronoomilises tähetornis Palomari mäel USA-s.

mõõduga poolteist meetrit. Katsetati, mis välja tuleb. Peegel osutus õnnestunuks. Valati kolmemeetrine. Ka see polnud esimesest mitte halvem. Pärast seda ehitati eriliselt suur ahi, milles sulatati klaas hiigelläätse jaoks. Kõrvale ehitati teine ahi, milles pidi jahutatama valmisvalatud klaas.

Kui inimesed oleksid tahtnud valada ühesuguse paksusega peeglit, siis oleks see pidanud kaaluma neliküm-

mend tuhat kilogrammi. Säärast mürakat oleks raske olnud kohalt liigutada, veel raskem aga edasi toimetada. Seepärast valati klaasist ketas, mis oli pealtpoolt sile, altpoolt aga mesilaste kärgede sarnane. Kuid see peegel kaalus ikka veel kaheksateist tuhat kilogrammi.

1934. a. algul oli klaasisulatis valmis. Tõstekraana hakkas klaasiga täidetud teraskoppi edasi nihutama ja selleks valmistatud vormi valama. Vorm ei pidanud vastu. Temast murdus mitu väljaulatuvat osa, mis tõusid vedela klaasi pinnale koorukestena. Need eemaldati, kuid klaas oli ikkagi määritud. Oli tarvis valmistada uus sulatis.

Poole aasta pärast oli see valmis, seekord juba täiesti õnnelikult, ja 2. detsembril 1934. aastal valati sulatis vormi ja paigutati kõrvalahju jahtumiseks. Seal jahtus peegel järk-järgult ja aeglaselt terve aasta läbi.

Sel ajal juhtus veetulv ja see ulatus peaaegu ahjuni, milles oli kallihinnaline peegel. Seejärel puhkes maaväring, kuid õnneks jäi klaas rikkumata.

Tehas, kus valmistati see peegel, asetseb New Yorgi lähedal. Palomari mägi, kus ehitati tähetorn, on Californias. Tehasest kuni tähetornini on maad viis tuhat kilomeetrit. Peeglil seisis ees pikk teekond. Kuid insenerid olid jätnud kahe silma vahele tõiga, et raudtee sinna läbib mitut mägedest läbikaevatud tunnelit. Enne kui saata peegel reisile, oli tarvis sõita tunneleid mõõtma. Õnneks osutus, et peegel mahub siiski läbi. Kui ta oleks olnud kas või mõne sentimeetri võrra laiem oleks tulnud tunnelid laiemaks teha või teostada riskantne teekond merd mööda läbi Panama kanali.

Viiemeetrise peegli jaoks ehitati eriline lahtine platvorm, kuhu asetati tohutu pakk-kast peegliga. Kasti alumine osa riivas peaaegu rööpaid, kuid ülemine mahtus vaevalt tunneli võlvi alt läbi. Vedur, mis vedas

platvormi, liikus ainult neljakümne-kilomeetrise kiirusega tunnis. Klaas ei tohtinud ju kannatada ei raputuste ega tõugete all. Pakk-kast oli sedavõrd suur, et tema ees liikuv vedur näis sipelgana, kes tirib kogukat purutükki.

Peegli päraleviimine sooritati õnnelikult. Kalifornias hakati peeglit lihvima.

1946. aastal täitus kaksteist aastat Palomari mäe teleskoobi ehituse alguspäevast. Igat elektrijaama, igat tehast on võimalik ehitada kolme-nelja aastaga, kuid viiemeetrise peegliga teleskoobi ehitamine osutus keerukamaks igasugusest teisest ehitusest.

Läätsteleskoopide kasv piirdus saja kahe sentimeetrise läbimõõduga. Rohkem ta ei kasva — ükski ei söanda valmistada läätse suurema diameetriga. Reflektorteleskoop on kasvanud üle vanemast vennast viis korda.

Aga kuidas edasi toimida? Soovitakse ju tungida üha kaugemale maailma lõpmatusse. Tahetakse avastada ju maailmaehitise uusi saladusi. Ega tohi ju peatuda saavutustel — see pole väärikas inimsoo geeniusele.

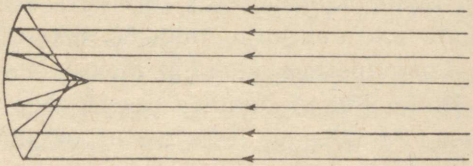
Kord arvati, et tehnika on sel alal ummikusse sattunud. Olemasolevad reflektorteleskoobid on jõudnud oma piirjooneni, täiustada neid pole enam võimalik. Kuid asjaolud on kujunenud teisiti.

Menisk teleskoop.

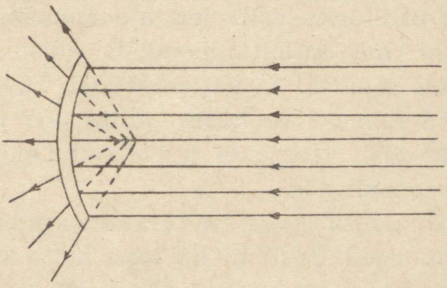
Suure Isamaasõja päevil, raskel 1941. aastal, leiutas nõukogude õpetlane, tehniliste teaduste doktor Dimitri Dimitrievitš Maksutov uut tüüpi teleskoobi ja valmistas selle esimese näidise. See uus teleskoop, ta pole suur, on üles seatud lihtsale statiivile, kuid igaüks, kes vaatab läbi selle teleskoobi, on üllatatud temas nähtava

kujutise täpsusest ja selgusest. Maksutovi teleskoop annab küllaldase suurenduse — ebatavalise mõne teise niisama suure instrumendi kohta.

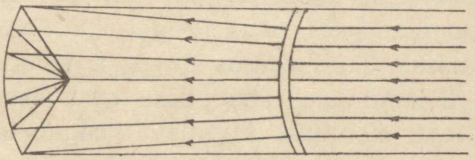
Milles seisneb siis selle uue teleskoobi omapära?



Kiired, mis langevad nõguspeegli äärtele, koonduvad pärast peegeldust fookusest lähemal.



Kiired, mis läbivad meniskit äärte lähedal, murduvad nii, et nende jätkud koonduvad fookusest kaugemal.



Kiired, mis on läbinud meniski ja on peegeldunud nõguspeeglilt, koonduvad täpselt ühte fookusesse.

Nõguspeegel omab üht üsna olulist puudust. Ta annab laialivalguva ebaterava kujutise, sest peegliäärele sattuvad kiired ei koondu pärast peegeldumist mitte fookusesse, vaid punktidesse, mis on peeglile lähemal. See rikubki ära kogu pildi.

Puudust püüti kõrvaldada, lihvides asjatundlikult klaasi, et anda talle uus kuju, kuid täielikku edu siiski ei saavutatud. Loomupärane viga jäi alles.

Tuldi mõttele: kui ei õnnestu peegli viga parandada lihvimise teel, kas siis ei oleks otstarbekohane valmistada tema jaoks prillid, nagu neid valmistatakse halvasti nägevaile inimestele? Kuid selleks on tarvis leida säärasekujuline lääts, mis parandaks kiirte ebatäieliku koondumise nõguspeegli fookusesse.

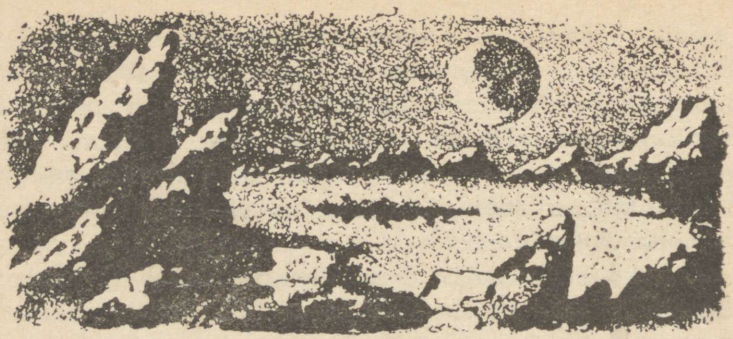
Sellisteks prillideks valis leiutaja meniski — nõguskumera läätse, mis kujult meenutab alustassi. Kiired, mis on läbinud meniski ta äärte lähedal, suunduvad nii, et koonduvad lõppeks fookuses, mitte aga muis soovimatuis punktides. Sedalaadi kiirtekoondamisega taheti vältida nõguspeegli viga.

Peegel ja menisk koos tarvitatuna pidid kaotama teineteise puudused. Just nii on lugu kahe kokaga, kelledest üks on harjunud keetma tugevasti soolatud toitu, teisel aga on harjumuseks panna vähe soola. Kui panna nad koos töötama, siis võib saada mõõdukalt soolatud toitu. Nii parandavad ka menisk ja peegel vastastikku teineteise vead. Saadakse täpne ja terav kujutis. Menisk asetatigi toru ülemisse ossa, nõguspeegel aga — nagu tavaliselt — alumisse. Toru osutus tihedasti suletuks mõlemast otsast. Ei tuul ega tolm pääse toru sisemusse, ei riku peeglit ega moonuta kujutist. Peegelteleskoopide puhul segavad erakordselt vaatlemist õhuvoolud. Sulgedes välisõhu juurdepääsu teleskoopi, kõrvaldab menisk selle puuduse.

Endiste teleskoopide konstruktsioonides oli suureks ebamugavuseks nende pikkus. Yerkes'i refraktor omab üheksateistkümne meetri pikkust korpust, s. o. peaaegu vabrikukorstna ulatust. Liigutada seda mürakat pole kerge. Maksutovi teleskoobis lühendab menisk peegli fookuse kaugust, võimaldades palju lühema ja sobivama instrumendi tarvitamist.

Teleskoobi lihtsus ja ta võrdlemisi odav hind loovad võimaluse rakendada seda seadeldist mitte üksnes observatooriumides, vaid ka koolides ja isegi astronoomiat harrastajate ringides.

Kodumaa teadus on rikastunud uue võimsa riistaga.



Viies peatükk.

Võluprillid.

Teleskoop avab meile maailma saladused. Sihikindel ja vaevarikas töö, arvutud vaatlused ja mõõtmised on võimaldanud täheteadlastel teada saada väga palju meie kaaslasest Kuust, samuti suurtest ja väikestest planeetidest, mis tiirlevad ümber Päikese, ühtlasi ka kogu päikesesüsteemist.

Kas planeetidel on olemas õhku, mägesid, pilvi, meresid ja ookeane? Kas nad on tulised või külmad? Kas seal on võimalik elu? Käesolevas peatükis jutustamegi sellest, mida on teadlased teada saanud teleskoobi abil.

Milline on Kuu värvus?

Kui Kuu on tõusnud tumedale taevavõlvile, siis laotab ta oma kahvatut hõbedast valgust ümbrusele ja kogu loodus saab omapärase ilme. Kaovad eredad päevased värvid, metsade ja aedade rohelus muutub tumedaks. Selle kõige põhjuseks on Kuu valgus.

Endistel aegadel põhjustas Kuu valgus ebausu tekkimist. Harimata inimesed omistasid Kuu valgusele sala-

pärast ja saatuslikku mõju inimestele. Tõelikult ei ole Kuu kiirtel mingisuguseid salapäraseid omadusi. Päikesega võrreldes on ta valgus väga nõrk.

On arvutatud, et taevavõlvile peaks asetama ligi viissada tuhat täiskuud selleks, et nad kogusummas suudaksid asendada Päikest. Selline kuude hulk ei mahu üldse taevavõlvile. Kui meie oma kujutluses täidame kogu taevavõlvi kuudega, siis oleks Maa peal ikkagi viis korda pimedam kui päeval.

Kuul pole oma valgust, ta valgus on vaid Päikese valguse peegeldus ja sedagi valgust peegeldab Kuu pind nõrgalt. Täheteadlased on katsunud arvutada, kuipalju valgust saadab Päike Kuule ja kuipalju valgust peegeldab Kuu tagasi maailmaruumi. On osutunud, et Kuu loovutab vähem kui ühe kümnendiku osa Päikese kiirtest, kuna üheksa kümnendikku jääb peatuma ta pinnale.

Mispärast on see nii? Nimelt sellepärast, et Kuu on tume taevakeha. Teie teate, et selgel talvisel päeval on valus vaadata lumele, sest see särab nii heledalt päikesekiirtes. Lumi peegeldab tagasi peaaegu kogu valguse, mis langeb talle, kuid must kalev neelab peaaegu kõik kiired endasse ja peegeldab neist tagasi ainult tähtsusetu osa. Järelikult võib tagasipeegeldatud kiirte hulga järgi otsustada, milline on eseme värvus: kas see on valge, hall, pruun või must.

Teadlased on järeldanud Kuu valguse uurimiste põhjal, et Kuu ainult näib olevat hõbedane, tõelikult on ta hallikaspruun ja sarnaneb värvuselt graniidiga.

Ja tõesti vaatlused teleskoobiga näitavad meile, et Kuu pind on kivine. Seal leidub rohkesti mägesid, kusjuures paljud neist on väga kõrged. On võimalik, et Kuu tõesti koosneb graniidist.

Teadlased on huvitunud ka soojusest, mida läkitab

Kuu. Kaua aega ei võidud Kuu valguses avastada soojuse jälgegi. Kuid nüüd on see õnnestunud. Kui Päike on soojendanud Kuu pinda, siis hakkab see kiirgama soojust. Kuid see soojusehulk on tähtsusetult tühine. Kui süütate küünla ja eemaldute sellest umbes viie kilomeetri kaugusele, siis saate küünlalt niisama palju soojust kui Kuultki.

Kuult saame aastas soojust niisama palju kui Päikeselt kolmeteistkümne sekundi jooksul. See lubab meil teha järelduse, et Kuu on külm, jahtunud taevakeha. Võib-olla on ta olnud kunagi tuline, kuid nüüd on ta täiesti jahtunud.

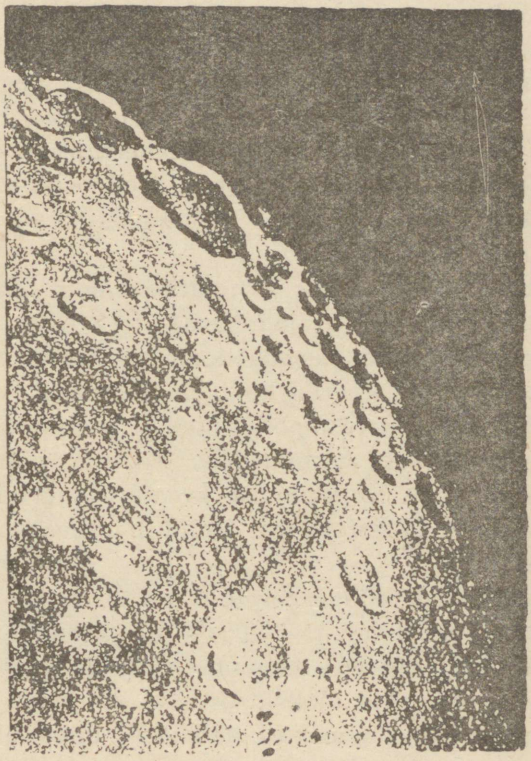
Kummalised rõngasmäed Kuul.

Kui Galilei oli suunanud oma teleskoobi Kuule, nägi ta meie kaaslase pinnal mäeseljandikke, mäekurusid, kuristikke, orge ja laialdasi tasandikke, mis meenutasid meresid. Neid tasandikke võib näha Kuul palja silmaga tumedate laikudena, mis sarnanevad inimesega, kellel on kott seljas.

Pärast Galileid on jätkatud Kuu pinna vaatlusi ja püütud seda kaardistada. Täheteadlane Hevelius koostas 1648. aastal esimese Kuu kaardi ja pani nimed Kuu mäeseljandikele ja tasandikele, s. o. meredele. Kolm aastat hiljem andis itaalia teadlane Riccioli nimed teistele Kuu mägedele ja kraatritele. Ja alates tollest ajast püsivad meie kaartidel Heveliuse poolt väljamõeldud nimed Kuu mäeseljandikele ja madalikele.

Vaadelge nüüdisaegset Kuu kaarti. See ei ole koostatud enam jooniste järgi, vaid palju täpsemal viisil — fotoaparaadi abil. Kuu on ülesvõtetel kujutatud nii, nagu ta on nähtav teleskoobis, s. o. ümberpööratult.

Seepärast asetseb ta põhi allpool, lõuna aga ülalpool. Vaadake suurt halli laiku, see on Tormide ookean, millest pahemal pool all on Vihmade meri. Viimasest taga-



Kuu kagupoolne osa.

pool asuvad Selgusemeri, Rahumeri ja Viljakusemeri, Pilvede meri asetseb Tormide ookeanist edela pool.

Mõistagi, et kõik need Kuu mered ei ole tõelikud mered, sest nendes puudub vesi. Tormide ookeanis pole iialgi torme ja Vihmade meres ei saja tilkagi

vihma. Nende fantastilised nimed on lihtsalt täheteadlase poolt välja mõeldud.

Hevelius andis Kuu mäeseljandikele maakera mägede nimed. Nii leiate Kuul Apenniinid, Alpid, Karpaadid ja Kaukasuse. Nad palistavad Vihmade merd ja moodustavad selle ümber nagu kindlusevalli. Need Kuu mäeseljandikud — neid on seal kokku seitsekümmend — on ainsad mäed, mis sarnanevad maakera mägedega. Enamik Kuu mägedest omab täiesti ebatavalist välimust: nad on rõngakujulised, mistõttu neid nimetatakse kraatriteks, sest nad meenutavad maakera vulkaanide kraatreid.

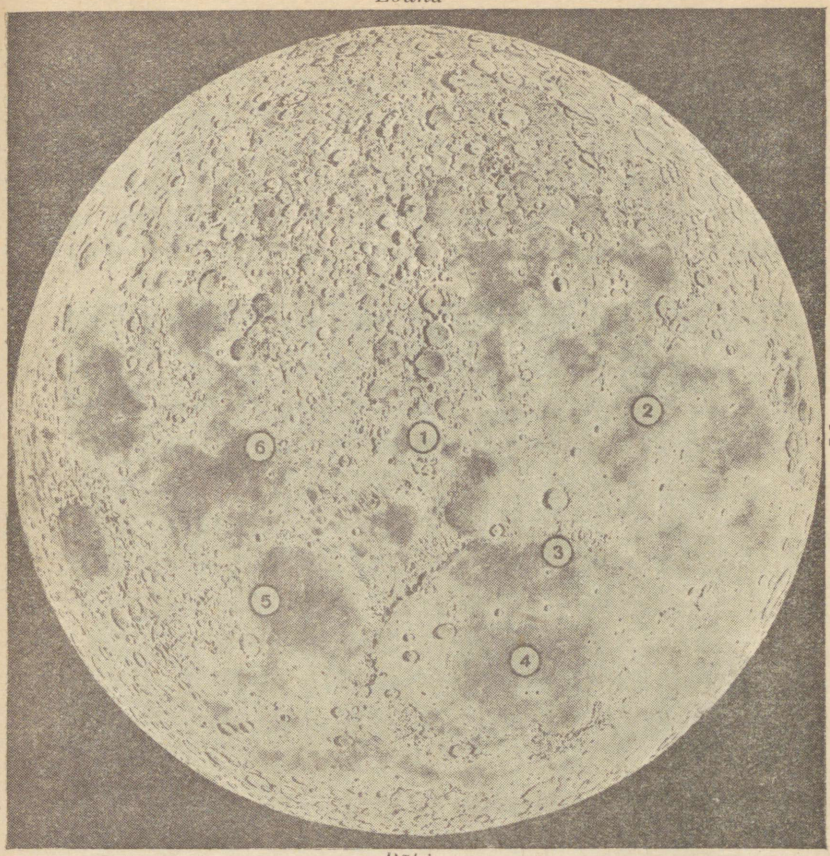
Mõningates raamatutes nimetatakse neid tsirkusteks, sest nad meenutavad barjääri tsirkuse areeni ümber.

Riccioli andis rõngasmägedele suurimate teadlaste nimed. Leidke Kuu kaardil kauneim Platoni kraater! See asetseb Vihmade merest põhja pool. Apenniinide kõrval on selgesti nähtav Archimedese kraater. Lõuna pool Vihmade merd on Kopernikuse kraater. Leiate hõlpsasti ka Hipparchose, Aristotelese, Voltaire'i kraatrid ja veel palju teisigi.

Kraatreid ehk rõngasmägesid on Kuu peal arvutu hulk, umbes sada tuhat. Nad on muutnud Kuu pinna niivõrd kirjuks, et see sarnaneb rõugeid põdenud inimese näoga. Kraatrid oleksid otsekui kuhjunud üksteise otsa, suurtes on sugenenud väikesed, ühed on valgunud laiali, nagu oleksid nad purunenud, teised aga moodustavad ahelakesi.

Tavaliselt on rõngasmägede seespoolsed nõlvad järsud, välised längus. Mõnikord esineb otse kraatri tsentrumis üks või mitu teravatipulist rüngast.

Kuidas on tekkinud need kraatrid rünkaga keskel, mis on kujult imestusväärselt korrapärased, nagu oleksid nad joonestatud tsirkliga? Millised jõud on tekita-



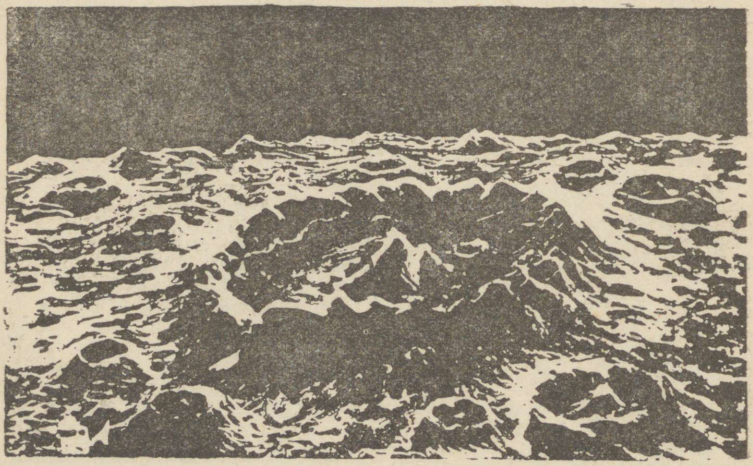
Kuu kaart.
1 — Kesklaht, 2 — Tormide ookean, 3 — Karpaadid, 4 — Vihmade meri, 5 — Selgusemeri, 6 — Rahumeri.

nud need mäed, mis omavad nii kummalist välimust? Sellistele küsimustele on raske vastata.

Ka teadlased ei tea seda veel täpselt. Nad ei ole seni lahendanud Kuu mägede tekkimise mõistatust. Maakeral pole selliseid mägesid. Maa vulkaanide kraatrid

on küll kujult ümmargused ja meenutavad Kuu mägesid, kuid meie vulkaanide kraatrid on väikesed. Suurima vulkaani läbimõõt on kaksteist kilomeetrit. Kuu kraatrite laius aga küünib kahesaja kilomeetrini.

Mäed, mis rõngana piiravad Kuu kraatrit, on väga kõrged, Maakera kõrgeima mäe Everesti kõrgus on kaheksa tuhat kaheksasada kaheksakümmend neli meet-



Tüüpiline Kuu kraater.

rit. Kuid Kuu peal, mille ruumala on viiskümmend korda väiksem Maa ruumalast, ulatuvad mäed viie tuhande kuni kuue tuhande meetri kõrguseni. Kuu kõrgeima mäe Curtiuse tipp tõuseb kaheksa tuhande kaheksasaja viiekümne meetri kõrgusele. Millised jõud on tekitanud nii suuri mägesid väikesel Kuul?

Õpetlased on teinud mitu oletust.

Ühed oletavad, et Kuu mäed on jahtunud, kustunud vulkaanid. Kunagi, väga ammu, on olnud Kuu tuline ja võimsad vulkaanilised pursked on rebestanud selle

pinna. Tol ajal tekkisidki Kuu kraatrid. Nad sarnanesid järvedega, kuid vett nendes ei olnud, vee asemel oli kivimite sulam, s. o. laava. Möödusid aastatuhanded. Kuu jahtus, selle tulised järved hangusid, vedel laava muutus ikka sitkemaks, kuni lõppeks muutusid kõik järved ümmargusteks vaagnataolisteks rõngasmägedeks.



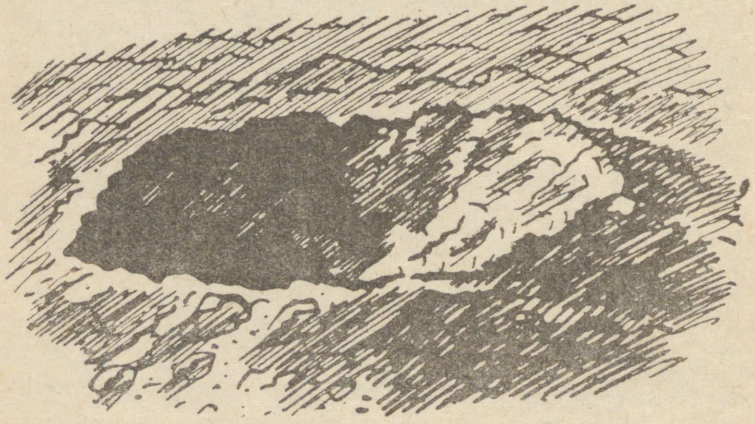
Vulkaani Ver-fjolli kraater Myvatni järvel Islandi saarel.

See oletus näib olevat tõenäoline. On ju seni säilinud ka maakeral, nimelt Havai saarel, laavajärved Kilauea ja Mauna Loa. Nende läbimõõt on kümme kuni kolmteist kilomeetrit ja neis loksub tuline laava nagu vesi. On võimalik, et Havai Kilauea sarnased vulkaanijärved moodustasidki Kuu rõngasmäed.

Osa teadlasi seletab asja teisiti. Kuu pind sarnaneb rahuliku tiigipinnaga, kuhu paisatakse peotäis kivikesi. Kivide kukkumine veepinnale tekitab palju suuri ja väikesi ringikesi. Need ühinevad, ristuvad üksteisega, iga ringikese tsentrumist aga tõuseb veesambake, mis meenutab Kuu kraatri keskel asetsevat rüngast.

Kuud võib kujutleda lahinguväljana ja kraatreid kahurimürskude lehtritena. Paistab, nagu oleksid mingi-

sugused määratu suured mürsud kukkunud kohutava jõuga Kuu pinnale, seal lahti rebides kaljusid ja maalahmakaid ning paisates nad lehtrite ümber, ja Kuu on jäänudki inetuks selle imetaolise pommitamise tagajärjel. Nii lehtrite kui ka paljude Kuu kraatrite põhi asetseb Kuu pinnast madalamal, mitte aga kõrgemal. Kuu kraatrid on otsekui kaevatud. Teadlaste arvates tõestab see oletust Kuu pommitamisest.



Kraater, mis on tekkinud suure meteoriidi mahalangemise tagajärjel.

Kes võis pommitada Kuud? Siin lähevad täheteadlaste arvamused jälle lahku. Ühed oletavad, et kunagi on olnud Maa peal määratu suured vulkaanid. Nad paiskasid nagu hiiglaslikud kahurid maailmaruumi terveid kaljurünkaid, mis moonutasidki Kuu pinna.

Teistele teadlastele paistab see oletus ebatõenäolisena, sest vaevalt võisid maakera vulkaanid omada sellist jõudu. Täheteadlased oletavad, et Maa ja Kuu kohtusid tohutu suurte meteoriitide parvega, s. o. kivi-

dega, mis lendavad maailmaruumis. Ja need meteoriidid, langedes mürskudena Kuule, tekitasid seal kraatreid, lehtreid.

See seletus näib olevat õigem. Tõelikult on olemas väga suuri meteoriite. Üks selliseist meteoriitidest kukkus Ameerikas Arizona osariigis maakohta, mida nimetatakse Cañon Diablo (Kuradi org). Tema kukkumise tagajärjel tekkis lehter, mille sügavus oli kakssada meetrit ja laius tuhat kakssada meetrit. Cañon Diablo lehter meenutab osaliselt Kuu kraatreid.

On võimalik, et Maa peal on olnud palju selliseid kraatreid, kuid jõgede, vihmade ja tuule ühine töö on nad hävitanud. Nad on täitunud, muutunud siledaks, tasandunud. Kuid Kuu on surnud planeet, seal ei ole vett ega tuult ja sellepärast on säilinudki seal lehtrikujulised mäed muutumatult.

Kas Kuu pind muutub?

Keegi pole kunagi näinud Kuu pinnal pilvi ja udusid ega ole märganud seal ka vesipükse ja torme. Kuu peal ei ole vett ega veeaure. Seal puudub atmosfäär. Seda on tõendanud rohkearvulised vaatlused. Näiteks sooritades taevavõlvil oma teekonda, katab ja varjutab Kuu tähti. Kui Kuul oleks õhku, siis kustuksid tähed aegamööda. Tähekiir, tungides läbi Kuu atmosfäärist, nõrgeneks vähehaaval ning moonduks kiirte murdumise tõttu. Midagi taolist ei ole teadlased märganud. Tähed kustuvad ja kaovad momentselt, otsekui kaetaks neid kaanega. See tähendab, et Kuul puudub atmosfäär.

Jääliustikud siluvad mägesid, jõed ja ojad uuristavad neid, vesi, mis peitub pragudes, purustab külmudes kive, tuul puhub eemale tolmu ja liiva ning maakera

mäed purunevad ja muutuvad väiksemaks. Nii on aja jooksul kõrged Uurali mäed muutunud tasasemaks ja madalamaks. Nüüd laiuvad längus nõlvade vahel avarad orud.

Kuu peal ei ole vett. Seepärast peaks Kuu mägede iga olema pikem maakera mägede omast. Ainult päikesekiirte soojus ja öösine külmus võivad purustada mägesid Kuu peal.

Päevaajal on Kuu peal palavus talumatu. Maa on Päikese kõrvetavate kiirte eest kaitstud tiheda atmosfääri ja pilvedega. Kuid siiski leidub siingi kohti, kus Päike on Maa pinna nii tugevasti ära kõrvetanud, et seal on tekkinud tohutu suured kõrved, nagu Sahara, Gobi, Karakorum ja teised. Kuul ei ole õhust kaitsekihti, nagu see on Maal, ja otse langevad Päikese kiired soojendavad Kuu kivist pinda kuni saja kahekümne kraadini, s. o. üle vee keemispunkti. Päev kestab Kuul umbes kaks nädalat. Siis saabub niisama pikk öö.

Kahenädalase öö jooksul jahtub Kuu tugevasti ja siis valitseb seal saja seitsmekümne kraadine pakane. Suured temperatuuri muutused — kõrvetavast kuumusest kuni käreda pakaseni — purustavad järk-järgult kive, pihustades neid tolmuks. Nähtavasti tekibki Kuul selline tolm, mis täidab madalamad kohad mägede ja kraatrite vahel.

Mõistagi on täheteadlastel väga raske jälgida Kuu mägede järk-järgulist purunemist, sest purunemine toimub väga pikkamisi ja seda peaks vaatlema sajandite jooksul. Teadlased püüavad jälgida, kas ehk ei teki Kuul uusi kraatreid ja lõhesid, sest on teada, et Kuul leidub hiiglasuuri lõhesid, mille pikkus ulatub kahesaja kilomeetrini.

Mõned täheteadlased väidavad, et viimase paarisaja aasta kestel on tekkinud veel üks pisike kraater, mis

ei esine vanemail Kuu joonistel. Kuid ükski ei ole märganud ta tekkimist. On võimalik, et seda lihtsalt ei märgatud tol ajal, kui teleskoobid olid veel nõrgajõulised, sest see kraater on väga väike. Päeva saabudes tumenevad Kuul mõned kohad ja muudavad oma värvust. Võib-olla polegi selles midagi imestusväärset. On võimalik, et Kuu peal nagu Maa pealgi leidub vulkaanide lähedal palju väävlit, mis Päikese kiirte mõjul hakkab sulama, muutes Kuu laikude värvust.

Muudatusi Kuu pinnal võib kõige paremini märgata fotograafia abil. Fotoaparaat näeb kõike ja ei unusta midagi. Kuid astronoomilise fotograafia iga on veidi üle viiekümne aasta. See on muidugi väga lühike aeg, ja on vaevalt usutav, et selle aja jooksul on Kuul võinud tekkida märgatavaid muudatusi.

Loodetavasti suudavad täheteadlased tulevikus selgitada, kuidas muutub Kuu välimus. Maailmas ei ole midagi muutumatut, lõplikku ja igavesti tardunut.

Mida näeme Kuul viibides?

Varem või hiljem hakkavad inimesed ehitama kosmilisi laevu ja reisima planeetide-vahelises ruumis. On viidud lõpule palju väärtuslikke arvutlusi ja arvutusi ning sooritatud mõned ettevalmistavad katsed. On tõesti võimalik, et see inimkonna unistus täidub peatselt.

Arvatavasti teostavad teadlased esimese reisi kosmilise laevaga ümber Kuu. Siis saame teada, mis on Kuu teisel, meile nähtamatul poolel. Järgmistel lendudel maanduvad inimesed meie kaaslase pinnal ja korraldavad ekskursiooni Tormide ookeanis ja Udude soos.

Uurijad riietuvad paksudesse, soojadesse ja kindlaisse tuukriülikonna-taolistesse rõivastesse. Selgkotis

on neil hapnikuaparaadid, mis varustavad uurijaid hingamiseks vajaliku õhuga. Käes tuleb hoida valgeid päevavarje kaitseks kõrvetava päikese eest ja pikki vastupidavaid keppe selleks, et kompida Kuu pinda. On võimalik, et tuleb kõndida paksus, väga peenes, peaaegu tolmutaolises liivakihis, vajudes sellesse põlvini.

Kuul olevate uurijate pea kohal laiub sügavmust taevas kiirgava Päikese ja heledate tähtedega. Meie Maal on taevas helesinine, sest Maad ümbritseb atmosfäär, millest päevaajal tähed läbi ei paista.

Kuu peal olles tõuseb idast hiiglaslik poolkuu — see on meie Maa. Maa on Kuult nähtav sellisena nagu me näeme Kuud Maa pealt. Seal võib jälgida Maa faase: noormaad, esimest veerandit, täismaad ja viimast veerandit [1]) Maa on nagu tohutu gloobus, mida ümbritseb uduvine ja mis pöörleb aeglaselt esimeste Kuu külastajate silmade ees. Ujub silmade eest mööda kollakas liivane Aafrika, helesinine Atlandi ookeani viir, ilmub silmapiirile roheline Ameerika, siis järgnevad Vaikse ookeani veed ja Aasia oma kollaste kõrvelaikudega ja rohelise Siberi taigaga. Euroopat on Kuult raske märgata, sest ta on väike ja alati kaetud pilvedega.

Umbes selline pilt kerkib esimeste Kuu uurijate silmade ette.

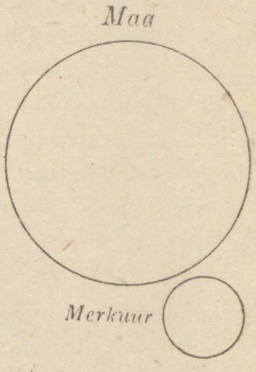
Planeedist, mis sarnaneb Kuuga.

Merkuuri olemasolu oli teada juba vanaajal. Kuid teda on äärmiselt raske vaadelda. Ta asetseb alati Päikese lähedal ja tema vaatlemist segavad Päikese kiired.

[1]) Maa faasid on vastupidised Kuu faasidele. Noorkuule vastab „täismaa", noorkuu esimesele veerandile vastab „vanamaa" viimane veerand jne. (Vastutav toimetaja.)

Pärast Päikese loojangut on Merkuur nähtav vaid mõne minuti vältel.

Nüüd on täheteadlased õppinud vaatlema Merkuuri päeval, kui ta asetseb Päikese kõrval. Kuid see pole eriti soodus, sest hele Päikese valgus segab ikkagi vaatlusi.



Maa suurus võrreldes Merkuuriga.

Osutub, et kui Merkuur on Maa ja Päikese vahel, on ta meile kõige ligemal — üheksakümne miljoni kilomeetri kauguses. Kahjuks pöörab ta aga sel ajal meile oma „selja", tumeda öise poole. Ja siis on ta peal võimatu midagi näha.

Neil põhjustel on Merkuuri uuritud puudulikult.

Kuid täheteadlased on Merkuurist siiski mõndagi teada saanud.

Merkuuri üks külg on püsivalt pööratud Päikese poole, niisamuti kui Kuul Maa poole. Võib arvata, et ühel Merkuuri poolkeral valitseb igavene päev, teisel aga — igavene öö.

Tõelikult on see nii ainult Merkuuri väikestel aladel.

Päike liigub Merkuuri taevavõlvil kord idast läände, kord läänest itta.

Selle põhjuseks on tõik, et Merkuur pöörleb ümber oma telje ühtlaselt, kuid liigub oma orbiidil ümber Päikese kord kiiremini, kord aeglasemalt.

Merkuuri valgust on uuritud hoolikalt ja täpselt. On kindlaks tehtud, et tal pole niisama kui Kuulgi oma valgust ja ta helendab Päikese valguse mõjul, seda tagasi peegeldades. Merkuuri värvus on peaaegu selline kui Kuul, vahest ehk pisut heledam. Arvatavasti koosneb ta pind tumehallidest kivimitest, nagu näit. on munakivi ehk diabaas, mida kasutame maakeral linna-

tänavate sillutamiseks. Merkuuri pind ei ole kaetud pilvedega, sest näiliselt puuduvad seal üldse pilved ja atmosfäär. See on tühi kõrvetaoline ja elutu planeet.

Merkuur asetseb Päikesele kolm korda lähemal kui Maa. Päike paistab Merkuurilt vaadatuna tohutu suure hõõguva kerana. Ta särab pimestavalt Merkuuri taevavõlvil ja annab Merkuurile soojust nagu sulatusahi. Täheteadlased on arvutanud, et Merkuuri päevasel poolel on temperatuur umbes kolmsada viiskümmend kraadi. See on tõeline põrgu, sest sellises kuumuses sulavad juba mõned metallid. Kui Merkuuri peal peaks leiduma järvi ja jõgesid, siis ei voola ega loksu neis vesi, vaid vedel tina, vedel inglistina ja teised kergesti sulavad metallid.

Planeedi öist poolt ei valgusta Päike üldse. Seal valitseb igavene öö, igavene talv ja kohutav pakane.

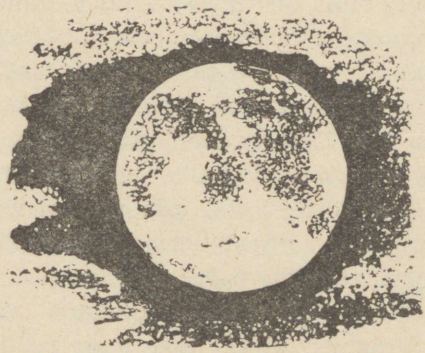
Mõistagi, et ei või olla elu planeedil, kus puudub õhk ja vesi, planeedil, mille ühel küljel sulab tina ja teisel küljel külmub elavhõbe. Merkuur on surnud kivine kera, mis kohutava kiirusega tiirleb ümber Päikese.

Meie maakera kaksik.

Merkuuri järel — Päikese poolt kaugemale väljapoole siirdudes — on järgmine planeet Veenus. Ta on palju huvitavam kui kivine ja paljas Merkuur. Veenus ja Maa sarnanevad teineteisega nagu kaksikõed. Veenus on mahult ainult pisut väiksem kui Maa.

Mõned teadlased arvavad, et Veenuse ööpäeva pikkus on peaaegu võrdne maakera omaga. Praegu oletavad täheteadlased, et Veenus pöörleb ümber oma telje palju aeglasemalt kui Maa. Ta teeb täispöörde umbes ühe meie kuu jooksul.

Sellised lahkuminekud võivad paista kummalisena. Asetseb ju Veenus Maale nii lähedal. Kas siis teadlased tõesti ei või paremini tundma õppida meie naabrit? Jah, seda on raske teha. Selleks, et otsustada, kui pika ajaga Veenus teeb täispöörde ümber oma telje, on tarvis teha palju täpseid vaatlusi ja pidevalt jälgida mõnd laiku planeedil. Teadlased on näinud korduvalt Veenusel tumedaid ebaselgeid laike.



Veenus on alati ümbritsetud tihedate pilvedega.

Kuid need valguvad kiiresti laiali ja muudavad oma piirjooni. Nende järgi on võimatu saada õiget kujutlust Veenuse pöörlemisest. Need laigud on arvatavasti tihedad pilved, pilvede kuhjumid.

Teadlased on ära mõõtnud valgusehulga, mida peegeldab Veenus, ja on kindlaks teinud, et see planeet on lumivalge. Seepärast paistabki ta nii pimestavalt heleda tähena.

Nii võivad hiilata ainult pilved. Tema kõrval paistab Merkuur, millel puudub atmosfäär, tuhmi halli kääbusena. Veenus on mässitud tihedate pilvede paksusse

rüüsse. Need katavad teda igast küljest ja meile on nähtavad vaid pilvede ülemised kihid. Seni pole õnnestunud näha, mis on pilvede all. Planeedi pind pole üldse nähtav.

Seda järeldust kinnitab veel järgmine tõik. Mõnikord on Veenus meie Maa ja Päikese vahel. Veenus n.-ö. varjutab Päikese. Iseenesest mõista pole see tõeline varjutus, sest Veenus asetseb meist liiga kaugel ja ei suuda katta tohutu suurt Päikest.

Teleskoobi abil on näha, kuidas väike tume täpp aeglaselt roomab mööda pimestavalt heledat Päikese pinda. Hetkel, kui Veenus liigub Päikese pinna kohale, on ta tume ketas ümbritsetud särava võruga, mille olemasolu 1764. aastal avastas vene teadlane M. Lomonossov, kui Veenus läks Maa ja Päikese vahelt läbi. See võru ei või olla midagi muud kui õhk, Veenuse atmosfäär, millest tungivad läbi Päikese kiired.

Peale tagasipeegelduva Päikese valguse on Veenusel taoti õnnestunud märgata mingisugust väga imelikku helendust. Veenuse tume öine külg saadab mõnikord välja nõrka, vaevalt märgatavat sära. See nähtus paistis teadlastele mõistatuslikuna. Nad tegid päris fantastilisi oletusi, ja mõned isegi mõtlesid, et Veenus on asustatud helkivate loomadega, kes meenutavad meie jaaniusse või kõdunevas puus pesitsevaid seenekesi.

Kuid viimaste aastate jooksul on teadlased välja selgitanud, et see saladuslik helendus pole midagi muud kui virmalised. Samuti kui Maa atmosfääris tekivad aegajalt ka Veenuse polaarpiirkondades külma valguse vihud, ja just seda helendust märkamegi meie Maa pealt vaadates.

Et meil puudub võimalus vaadelda Veenuse pinda, ei või meie ka kindlasti öelda, kas seal on elu või mitte.

On võimalik, et Veenuse pind on kaetud metsade ja aasadega, mis on lopsakamad ja rikkalikumad kui meie Maa omad, sest Veenuse peal on temperatuur palju kõrgem kui Maa peal. Olles kaetud pilvedega, on Veenus otsekui tohutu suur kasvuhoone, kus valitseb troopiline temperatuur, ulatudes ekvaatori osas 60—65 kraadini.

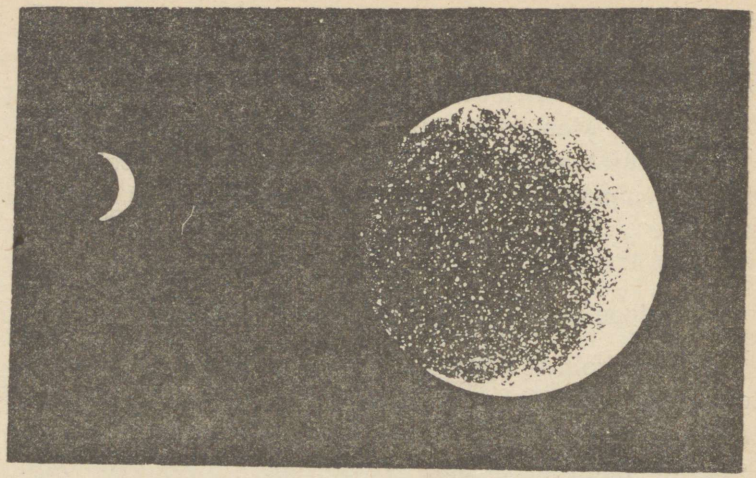
Kuidas näib Maa kaugelt kõrvalt vaadatuna.

Arvult kolmas planeet Päikese poolt lugedes on meie Maa. Vaadelda teda kaugelt kõrvalt pole seni veel õnnestunud. Kuid pole raske kujutleda mõttes Maad sellisena, nagu ta paistab Veenuselt.

Õises Veenuse taevas särab Maa määratu suure tähena, olles kuus korda heledam kui Veenus meilt vaadatuna. Selle põhjuseks on tõik, et Veenus, lähenedes Maale, on pööratud meie poole oma tumeda öise küljega. Samal ajal aga valgustab Maa Veenust kogu oma päevase poolkeraga.

Maa peegeldab vähem Päikese valgust kui Veenus. Veenus on üleni kaetud pilvedega, kuid Maa ainult osaliselt. Seepärast särab meie planeet sinkjalt või helesinkjalt. Kuu näib eemalt kollasena. Arvatavasti paistavad helesinine Maa ja Kollane Kuu eemalt väga kaunitena.

Mitmeaastaste vaatluste teel on Veenuse täheteadlased võinud eraldada meie Maal mõningaid mandrite kontuure ja märgata ookeane, kollaseid või punakaid Aasia ning Aafrika kõrbi, rohelisi metsade ja väljade massiive. Võib-olla on nad osanud näha ka Arktise ja Antarktise jäämütse. Kuid nende vaatlusi segavad ühtelugu Veenuse pilved. Et näha Maad, peaksid Veenuse täheteadlased tõusma ta tihedaist pilvedest kõrgemale.



Kuldpruun Kuu ja helesinine Maa paistavad eemalt välja kaunitena. Kuu piirjooned on teravad — tal puudub atmosfäär.

See pole aga kerge, sest nad peaksid ju ka kaasa võtma komplitseeritud astronoomilised vaatlemisvahendid.

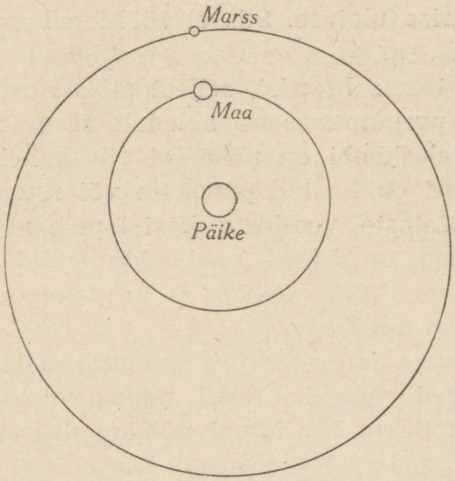
Veenuselt pole võimalik näha mingisuguseid jälgi inimeste tegutsemisest Maa peal. On kindel, et Veenuse täheteadlased ei või veendunult ütelda, kas Maa peal on elu või ei ole. Maa paistab Veenuse elanikkudele niisamasuguse mõistatusliku planeedina, nagu paistavad meile Veenus ja Marss.

Planeet, kus on võimalik elu.

Juba ammust ajast köidab Marss Maa elanikkude tähelepanu. See Päikese poolt arvates neljas planeet asetseb võrdlemisi meie lähedal. Ta pind pole kaetud pilvedega ja on sobiv vaatlusteks. Astronoomid on Marsi kohta saanud teada palju huvitavat. On põhjusi,

mis lubavad oletada, et Marss on asustatud elavate ja võib-olla isegi mõtlevate olenditega.

Marss on Maast väiksem. Ta orbiit — liikumistee ümber Päikese — erineb Maa orbiidist. Meie liigume peaaegu mööda ringjoonelist teed, aga Marsi orbiit on piklikum. Seejuures liigub Marss aeglasemalt kui Maa.



Maa ja Marss tulevad suure opositsiooni ajal teineteisele väga lähedale.

Ta teeb täistiiru ümber Päikese umbes kahe meie aastaga. Näib, otsekui jääks Marss oma liikumisel Maast maha, mispärast pole igal aastal sobiv teda vaadelda. Ainult kord kahe aasta ja viiekümne päeva pärast jõuab Maa Marsile järele ja asetub otse Marsi ja Päikese vahele. Kõik kolm taevakeha osutuvad ühel sirgel, nad otsekui seisaksid üksteise vastas. Sellist asetust nimetatakse opositsiooniks. Ainult kord viieteistkümne aasta jooksul läheneb Marss Maale minimaalsele kaugusele. Sellist Marsi asetust nimetatakse suureks opositsiooniks.

Just sel ajal lahutab meid Marsist vaid viiekümne miljoni kilomeetrine vahemaa ja täheteadlastele paistab Marss läbi teleskoobi vaadatuna niisama suur kui Kuu. See on kõige soodsam aeg Marsi tundmaõppimiseks. Siis eemalduvad nad teineteisest, kaugus suureneb ja saavutab lõppeks kolmesaja seitsmekümne seitsme miljoni kilomeetrise ulatuse. Siis ei või Marsil enam midagi näha.

Mida siis teame Marsist, sellest mõistatuslikust planeedist, mis purpurpunasena heledalt särab meie taevas? Läbi teleskoobi on näha, et viis kaheksandikku Marsi pindalast on kaetud punakate või ruugete laikudega. Paljuaastaste vaatluste kestel pole need laigud muutunud ning on Marsi peal ühesugused nii Marsi talvel kui suvel. Võib oletada, et need laigud on kõrved nagu meie Sahara.

Marsi Arktise ja Antarktise pooluste ümber hiilgavad lumivalged mütsid. Need mütsid muudavad igal aastaajal oma ilmet. Kui Marsi põhjapoolkeral on talv, siis hakkab polaarmüts kiiresti kasvama, nähtavasti sajab seal lumi maha või katab teda härmatis. Lõunapooluse ümber, kus valitseb suvi, sulab polaarlumi ja jää, seejuures üsna kiiresti.

Astronoom W. Pickering jälgis, kuidas kolmekümne kolme päevaga kadus lumi määratu suurelt nelja miljoni ruutkilomeetriliselt maa-alalt. Valge laik lõunapooluse ümber sulas tervenisti ära. Järelikult polnud seal mitmekümne meetri paksust jääkihti nagu meie Maa poolustel. Paksud jäämassid ei või sulada nii kiiresti. Nähtavasti on Marsi lumikate väga õhuke.

Peale ruugete laikude — kõrbede — ja valgete helkivate polaarmütside võib Marsil näha veel laike, mis vahel on rohekashallid, vahel tumepruunid. Nende värvus vaheldub olenevalt aastaaegadest. Kevadel muutu-

vad laigud helesiniseks, isegi roheliseks. Sügisel aga kolletavad nad jälle või omandavad pruunika varjundi.

Nende laikude vahelduv värvus viib teadlasi arvamusele Marsi põldudest, aasadest ja metsadest, mis kevadel õitsevad ja suvel haljendavad, sügise saabudes aga kolletuvad. Vaadeldes neid mitmesuguseid laike planeedi pinnal on teadlased kindlaks teinud, et ööpäeva pikkus Marsi peal on kakskümmend neli tundi kolmkümmend seitse minutit ja kakskümmend kaks seitse kümnendikku sekundit, s. o. pisut rohkem kui meie Maa ööpäev. Tekib arvamus, et Marsi peal leidub ka elusolendeid.

On teadmata, kas Marsi peal on inimesi. Selle kohta pole meil ei kindlaid andmeid ega mingisuguseid tõendeid.

Täheteadlased on Marsi pinnal korduvalt tähele pannud mingisuguseid heledaid täppe. Neid peeti valgussignaalideks. On arvatud, et Marsi elanikud püüavad suurte prožektorite abil saata sõnumeid oma elust. Kuid see helendus osutub lihtsalt Päikese valguse peegelduseks pilvedes.

Kas Marsil võib elada?

Ei inimene, loom ega taim või elada hingamata. Õhuta pole elu võimalik. Täheteadlased on vaadelnud pilvi, mis ujuvad kõrgel Marsi pinna kohal, on vaadelnud ka udusid, mis ajuti katavad üksikuid alasid. Nad on isegi vaadelnud tormi, mis üles paiskas tolmu ja liiva. Nad on jälginud, kuidas saabub videvik, et öö ei vaheldu päevaga äkki nagu Kuu peal, vaid järk-järgult nagu meil. See kõik on võimalik ainult planeetidel, mida ümbritseb atmosfäär.

Täheteadlased on teinud kindlaks, et Marsil on atmosfäär, kuid erinev Maa omast. Õhk on seal umbes selline nagu meil stratosfääris viieteistkümne kuni kahekümne kilomeetri kõrgusel.

Inimesed, kes lendaksid Marsile, ei saaks siin hingata ilma sellise hapnikuaparaadita, nagu neid kasutavad lendurid lendudel atmosfääri kõrgeis kihtides.



Selline paistab Marss suure teleskoobi abil.

Õhu koostis Marsi atmosfääris pole täpselt teada. Siiski on õnnestunud tõestada, et Marsi peal on meile kõige tähtsam õhu osis — hapnik. Kuid seda on väga vähe. Meile ei piisaks sellest.

Täheteadlased näevad Marsil lund, pilvi ja udu. Kuid lumikate on seal väga õhuke, pilved on kerged, läbipaistvad. Selliseid tinaraskeid pilvi nagu Maal, mis tekitavad vihmavalanguid, pole Marsil märgatud.

Maakeral hoiab õhuosakesi kinni Maa tõmbejõud; Marsil on raskustung kaks ja pool korda väiksem, seepärast on Marss järk-järgult kaotanud suurema osa oma atmosfäärist ja ühtlasi vee.

Ka ookeane ja meresid pole keegi märganud Marsi peal. Kui nad kunagi on olnud, siis on nad ammu kuivanud.

Täheteadlased on hoolikate arvutuste abil tõestanud, et Marsi pinnal on säilinud väga vähe vett. Kui koguda seal kõik vesi ühtekokku, siis ei jätku seda võib-olla isegi selleks, et täita kaht sellist järve nagu Laadoga. Marss on vee poolest vaene.

Kas Marsil on soe?

Marss asetseb Päikesest kaugemal kui Maa, järelikult saab palju vähem valgust ja soojust. Talvel on Marsi peal külmem kui meie polaarpiirkondades, elavhõbe langeb kraadiklaasis seitsmekümne kraadini alla nulli. Suvel aga näitab kraadiklaas Marsi palavvöös kümme kuni kaksteist kraadi sooja. Mõistagi on seal jahe. Meie oleme harjunud elama soojemas kliimas. Suvel ei ole isegi Marsi ekvaatoril soojem kui kevadel Leningradis. Marsil poleks võimalik suvel käia mantlita, nagu oleme harjunud käima meie Maa peal. Ööd on Marsil alati külmad.

Kas Marsil leidub midagi sellist, mis kõlbab toiduks? Loomade kohta ei saa midagi öelda. Pole selliseid aparaate, millede abil võiks kindlaks teha loomade olemasolu. Kuid taimealad — metsad ja aasad, mis tavaliselt võtavad enda alla suure osa pinnast — peaksid olema hästi märgatavad. Võib-olla tumedad laigud, mis haljendavad kevadel ja koltuvad sügisel, ongi taimestikuga kaetud alad. Arvatavasti on Marsil taimestik.

Niisiis on Marsi peal olemas õhk, vesi ja nähtavasti ka taimestik. Maakera elanik saaks ehk elada Marsi

peal, kuigi see elu oleks seotud suurte raskustega. Seepärast ei ole midagi fantastilist oletuses, et Marss on asustatud.

On väär arvata, et meie Maa on maailmaruumis ainus asustatud planeet. Universum on lõpmatu. Maaga sarnaseid planeete on maailmaruumis väga palju. Ja on väga tõenäoline, et Marss on üks asustatud planeetidest.

Viibime Marsi peal.

Oletame, et satume järsku Marsi peale. Mida näeme seal?

Ümberringi laiub tühi punakaskollane kõrb, tasane ja rahulik nagu liivameri. Asjata otsiksime Marsi peal mägesid: seal ei leidu selliseid kõrgeid mäeseljandikke nagu meie hall, rohelisega kaunistatud Uural või majesteetlik Kaukasus oma tippudega, milledel valendavad igavese lume mütsid. Marsi peal ei ole suuri mägesid. Vesi, päike ja tuul on lõpetanud oma purustustöö: nad on uhtnud ja laiali kandnud mäed, tasandanud planeedi pinna ja muutnud selle igavaks ning üksluiseks.

Ühelgi täheteadlasel ei ole õnnestunud näha Marsi peal ei lumega kaetud mäetippe ega mägede varje õhtu päikese kiirtes. Marsi peal on säilinud ainult laialdased ja madalad kiltmaad.

Marsi peal ei ole tormiseid ookeane ega ole seal ka meresid ja isegi mitte järvi. Marsi jõed on täitunud liiva või mudaga ja merede põhi on kerkinud üles. Maakeral ootab sama saatust esmajoones Kaspia meri. Volga kannab igal aastal Kaspia merre üks miljon vagunit mulda, hävitades ta niiviisi järk-järgult. Mõne miljoni aasta pärast muutub Kaspia meri, mis on täitunud Volga leedistega, soiseks lausikmaaks ja paistab Mar-

silt teleskoobiga vaadatuna tumeda laiguna, mis sarnaneb Marsil nähtavate laikudega.

Marsi kuivanud mandrid on muutunud surnud kõrbedeks. Taimed kasvavad veel endiste merede põhjas, kus on säilinud pisut niiskust.

Milline võiks olla Marsi taimestik? Mõistagi mitte Siberi taiga taolised põlismetsad ega lopsakad troopilised džunglid. Marsi taimestik peab olema kohandunud kuivema õhuga ja veevaesema maapinnaga. Tõenäoliselt sarnanevad Marsi taimed meie maakera kaktustega või lehtedeta põõsastega nagu saksaul.

Kui heidame pilgu maastikule, siis näeme vaid väga väikest osa planeedist. Marss on väike, ta pindala on Maa omast rohkem kui kolm korda väiksem, mispärast näibki horisont meile lähemana. Kõik, mis asetseb kaugemal kui kaks-kolm kilomeetrit, peaks kaduma planeedi kumeruse taha.

Pea kohal on meie silmale harjumatu tume, violetse varjundiga taevas. Päike ujub aeglaselt taevavõlvil. Marss asetseb Päikesest kaugemal kui Maa ja Päike näib seal inimestele väikesena. Hõre pilvedeta atmosfäär ei suuda kahandada tähtede sära ja nõrk päikesevalgus pole võimeline neid varjutama. Seepärast paistavad tähed Marsi peal tõenäoliselt kogu päeva. Videvik ei kesta kaua, öö saabub kiiresti. Ootamatult ilmub horisondile esimene Marsi kuu — Phobos. See kuu teeb täistiiru ümber Marsi seitsme tunni kolmekümne üheksa minuti ja neljateistkümne sekundiga, s. o. kiiremini kui Marss teeb tiiru ümber oma telje; seejuures pöörleb Phobos Marsiga samas suunas, s. o. läänest itta.

Seepärast tõuseb Phobos läänes ja loojub idas. Kaks korda ööpäeva jooksul iga üheteistkümne tunni ja kuue minuti järel tõuseb kärmas Phobos horisondi

lääneosas, tormab taevavõlvil vastu Päikesele ja tähtedele ja kaob idas. Marss on ainus planeet, millel on selline nobe kaaslane. Phobos ei sarnane sugugi meie kaunitari Kuuga, ta on pisike ja valgustab palju nõrgemini kui Kuu. Marss saab Phoboselt väga vähe valgust, pealegi on Phobosel igal ööl varjutus, sest ta läheb planeedi varju.

Teine Marsi kaaslane — Deimos — tõuseb nagu meie Kuugi idas ja liigub taevavõlvil ilma erilise kiiruseta. Deimos teeb tiiru ümber Marsi kolmekümne tunni ja kaheksateistkümne minutiga. Ta liigub Marsiga samas suunas, kuid jääb planeedist maha ja see aeglustab ta näivat liikumist veelgi. Marsi peal olevale vaatlejale paistab, et Deimos teeb taevavõlvil ringi saja kolmekümne kahe tunniga. Ta liigub taevavõlvil niivõrd aeglaselt, et möödub kolm ööpäeva ta tõusust, enne kui ta jõuab horisondi idaosast lääneossa.

Aga kui ta on loojunud, siis pole ta kolme ööpäeva jooksul üldse nähtav.

Deimos on Phobosest veel väiksem. Et ta on planeedist kaugel, paistabki ta Marsilt vaid heleda tähekesena, koguni mitte kuuna. Marsi kaaslased on väikesed. Nad mahuksid mõlemad meie Baikali järve. Deimos upuks täiesti, kuid Phobos tõuseks suure saarena üle veepinna.

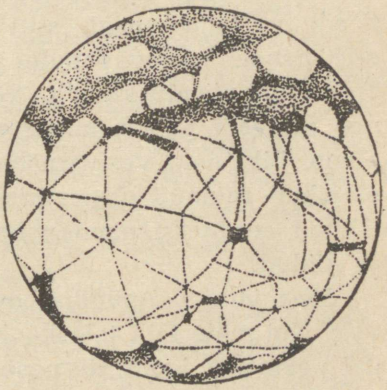
Väga huvitav oleks viibida Marsi peal. Meie, maakera elanikud, sooritame kahtlemata kunagi selle huvitava reisi.

Vaidlus kanalite üle.

1877. aasta opositsiooni ajal oli Marss oma asetuse tõttu eriti kohane vaatluste toimetamiseks. Milano professor G. Schiaparelli veetis terved ööd teleskoobi juures, püüdes joonistada täpsemat Marsi kaarti. Schia-

parelli oli kogenud ja püsiv vaatleja. Peale selle omas ta suurepärast nägemisvõimet.

Schiaparelli märkas Marsi pinnal imestusväärselt sirgeid ja ühtlasi jooni, mis katsid Marssi ämblikuvõrguna. Joonte asetus ei olnud juhuslik, võis märgata teatavat kindlat korda. Jooned algasid kõik tumedate laikude — „merede" — äärest ja ükski neist ei katkenud keset kõrbe.



Marss astronoom Schiaparelli joonise järgi.

Need jooned polnud meie looklevate jõgede taolised ja Schiaparelli nimetas nad kanaliteks. Selle nimetuse andis ta neile tingimisi, nagu täheteadlased kutsuvad meredeks Kuu kuivanud madalikke.

Schiaparelli jätkas paljude aastate vältel oma vaatlusi, Marsi kaarti alatasa täpsustades. Ta märkas seejuures, et kanalid pole alati nähtavad. Nad kerkivad eriti selgesti esile kevadel, kui Marsil hakkab sulama lumi. Kanalid ei ilmu nähtavale äkki, vaid järk-järgult. Algul saavad nähtavaks need, mis asetsevad sulavatele lumeväljadele kõige lähemal, seejärel ülejäänud. Kanalid hargnevad mõnikord kaheks, kõrvuti vanaga tekib uus ja nad suunduvad siis rööbiti nagu jooned õpilase vihikus.

Schiaparelli avaldas oma rohkearvulised vaatlused ja avastused trükis. Milano teadlase raamat äratas elavat huvi nii täheteadlaste kui ka teiste inimeste hulgas. Teadlased jagunesid kahte leeri: kanalite ägedaiks vastaseiks ja tuliseiks pooldajaiks.

Kanalite kaitseks astusid eriti veenvalt välja täheteadlased P. Lowell ja W. Pickering. Lowell pühendas peaaegu kogu oma elu Marsi uurimisele ja täiendas mitmeti Schiaparelli uurimusi. Lowell esitas arvamuse, et Marss on kahtlemata asustatud mõtlevate olenditega. Need Marsi elanikud olevat juba ammu otsustanud kasutada võimalikult mõistlikult ja säästlikult oma planeedi veetagavarasid, sest nad on teadnud ja näinud ette nende veetagavarade järk-järgulist hävimist. Nad on loonud niisutuskanalite või torude võrgu, kuhu koguneb sulavate polaarlumede vesi, millega saab niisutada põlde. Piki neid vesivarustuslikke seadeldisi on Marsi elanikud rajanud oma põllud. Meile nähtuvad tumedad triibud on Marsi elanike haljendavad külvialad, põllud ja niidud.

Oma järeldusi püüdis Lowell põhjendada väga veenvalt. Kui meie läbi teleskoobi näeme Marsi pinnal tumedat peenikest joont, siis peab säärane joon laiuselt olema mitte vähem kui kolmkümmend kilomeetrit. On arusaadav, et kanal ei saa olla nii lai. Sellest järeldus, et tumedad triibud pole kanalid. Palju tõenäolisemalt on need põllud, mis laiuvad vesivarustuse lähedal.

Lowell kinnitas Schiaparelli vaatlusi, et jooned Marsi pinnal tumenevad järk-järgult, alates sulavast polaarlaigust. Tumenemine algab kord lõunapooluse, kord põhjapooluse juures, nimelt seal, kus on saabumas suvi. Kuid igaüks teab, et vesi ei või pool aastat voolata ühele ja pool aastat teisele poole. Vesi voolab alati ühtepidi — kallaku suunas. Järelikult on olemas mingisugune jõud, ütleb Lowell, mis juhib vee kord põhjast lõunasse, kord lõunast põhja.

Lowell jälgis ja mõõtis ka kiirust, millega levib viirude tumenemine. Osutus, et ööpäeva jooksul tumenevad viirud rohkem kui kaheksakümne kilomeetri ulatu-

ses. Vesi ei või voolata Marsil nii kiiresti. Marsi pind on tasane, suuri kallakuid seal pole. Lowell järeldas, et vett nähtavasti pumbatakse pumpadega ja et Marsi elanikud oskavad ehitada selliseid pumpi.

See Lowelli oletus paistab üsna tõenäolisena ja seda tahaks nagu uskuda. Kuid teised täheteadlased vaidlesid vastu oletusele kanalite olemasolust. Nad olid veendunud, et isegi tugevaimate suurendustega pole võimalik eristada ühtegi kanalit. Need teadlased kinnitasid, et Schiaparelli ja Lowell olevat langenud optilise petuse ohvriks, sest üksikud täpid ja laigukesed liituvad nende silmis joonteks ja paistavad neile kanalitena. Tõeliselt aga on kanalid vaid fatamorgaana, eksitus, mis on täiesti võimalik, kui vaadelda sellist keerukat pilti, nagu see avaneb täheteadlasele.

Selle vaidluse lahendas õiglane ja erapooletu kohtunik. See kohtunik on fotograafia. Taevakehade pildistamiseks on ehitatud erilised väga suured fotoaparaadid, millede objektiivi asemel on teleskoop. Neid nimetatakse astrograafideks. Marsi suure opositsiooni ajal 1909. aastal tegi Pulkovo astronoom G. A. Tihhov Pulkovo observatooriumi seitsmekümne viie sentimeetrise teleskoobi abil Marsist hulk ülesvõtteid läbi mitmesuguste värviliste klaaside — küll läbi punase, küll läbi sinise ja violetse. Need ülesvõtted osutusid erinevaiks.

Seda, mis oli hästi näha ühel, ei olnud üldse märgata teisel. Marsi tumedad osad, ta „mered", olid kõige paremini välja tulnud piltidel, mis olid võetud läbi punase klaasi. Kuid laigud Marsi poolustel on neil ülesvõtetel vaevalt märgatavad. Seevastu võib neid suurepäraselt näha ülesvõtetel, mis on võetud läbi siniste ja violetsete klaaside. Järelikult ei ole need laigud valged, ei ole lumest, vaid on sinikasrohekad

nagu jäätükid, mis on lõigatud tiigist või jõest. Kuid vahest kõige huvitavam on tõsiasi, et G. A. Tihhov leidis mõnedel ülesvõtetel kanalite fotograafilise kujutise. Nii oli tõestatud, et kanalid on tegelikult olemas, et nad ei ole mitte optiline pettus, fatamorgaana.

Tõsi küll, praegu ei või veel kindlasti öelda, mida nad kujutavad.

Kuid Marsi uurimine jätkub pidevalt ja võib-olla pole enam kaugel aeg, millal kanalite mõistatus lahendatakse lõplikult.

Väikeste planeetide parv.

Kaua aega hämmastas täheteadlasi tõsiasi, et kaugus Marsi ja järgmise planeedi vahel oli ebaproportsionaalselt suur. Siin nagu oleks olnud rikutud korrapärasus planeetide asetuses. Näis, nagu peaks Marsi ja Jupiteri vahel olema veel mõni planeet. Kuid seda ei leitud.

Öö vastu 1801. aasta 1. jaanuari oli selge ja kuupaisteta. Sitsiilia täheteadlane Piazzi otsustas jätkata oma vaatlusi. Ta heitis pilgu teleskoopi ja märkas uut tähte, mida ei olnud näinud veel ükski teadlane. Piazzi hakkas teda jälgima ja veendus peagi selles, et see on planeet, kuid väga väike.

Ta pani talle nimeks Ceres.

Täheteadlane Olbers avastas varsti teise samasuguse väikese planeedi. Sellele pandi nimeks Pallas. Siis avastati veel Juno, Juno järel Vesta ja Vesta järel Astraea. Osutus, et Marsi ja Jupiteri vahel on terve parv väikesi planeete.

Nende väikeste planeetide avastamine sai laialdase huvi osaliseks ja nende otsimine muutus otse jahiks. Observatooriumid ja asjaarmastajad täheteadlased avastasid omavahelises võistluses üksteise võidu kümnete

kaupa väikesi planeete. Avastatud väikeste planeetide arv üha suurenes.

Kui täheteadlased olid tühjaks ammutanud peaaegu kogu kreeka nimede tagavara, siis hakkasid nad nimede panekul nende poolt avastatud väikestele planeetidele kasutama linnade, ülikoolide, oma tütarde, omaste ja tuttavate nimesid. Mõned täheteadlased võtsid abiks botaanika õpikud, ja nii ilmusid taevavõlvil näiteks „Kannikesed" ja „Tulbid". Täheteadlaste hulgas leidus veidrikke, kes andsid planeetidele oma koerte ja isegi lemmiktoitude nimesid. Taevavõlvil on planeedid, millede nimed on „Puding" ja „Kotlet".

Selliseid väikesi planeete on avastanud ka nõukogude täheteadlased. Nii jäädvustas Pulkovo observatoorium revolutsionäär Morozovi nime, kes hulk aastaid veetis Schlüsselburgi kindluse vanglas ja vabanes alles pärast revolutsiooni. Simeizi observatooriumi avastatud kahele väikesele planeedile anti nimed „Roza" ja „Tamara" vaprate komnoorte-langevarjurite auks, kes hukkusid lennuõnnetusel.

Mida siis kujutavad endast kõik need väikesed planeedid ehk nõndanimetatud asteroidid? Nende arv on suur, see küünib mitme tuhandeni. Neist on kõige suurem Ceres, mille läbimõõt on kõigest seitsesada seitsekümmend kilomeetrit. Pallas on väiksem, ta läbimõõt on nelisada üheksakümmend kilomeetrit, s. o. ta mahub Moskva ja Leningradi vahelisele maa-alale. Teised on hoopis väikesed. Nad sarnanevad mägede või kaljurüngastega, mis on lahti rebitud suure planeedi küljest.

Kõik asteroidid on paljad ja kivised. Neil puudub atmosfäär. Mõned neist omavad rahnude või kaljude korrapäratut kuju.

Kuidas võisid tekkida sellised väikesed taevakehad? Teadlased oletavad, et varem asetses siin päris planeet,

kuid see purunes mingisuguse katastroofi tagajärjel tükkideks. Mõned teadlased arvavad aga teisiti: kui planeedid tekkisid ja eraldusid Päikesest, siis takistas mingisugune jõud ühel planeedil koguneda tervikuks ja ta säilis lahusolevate tükkidena.

Jupiter ja ta pere.

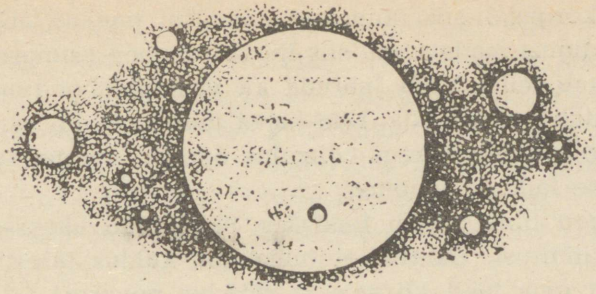
Tuleb liita peaaegu tuhat nelisada maakera kokku, et saada üks selline planeet, nagu on Jupiter. Jupiter on päikesesüsteemi suurim planeet ja on ainult Päikesest väiksem. See hiiglane asetseb umbes üheksa korda Maast kaugemal kui Marss, kuid peegeldab valgust heledamini kui Marss ja kõik teised planeedid, välja arvatud ainult lumivalge kaunitar Veenus.

Jupiteri värvus meenutab puhast rannaäärset liiva. Kuid ärge arvake, et see hiiglane tõesti koosneb liivast. Teleskoobiga on hästi näha, et Jupiteri ümbritseb tihe, pilvine atmosfäär, kuid planeedi pinda me näha ei saa. Keegi ei tea, mis sünnib seal tiheda pilvekatte taga. Võime teha vaid oletusi.

Jupiteri pilved ei ole valged, vaid mitmevärvilised — hallid, ruuged, kollased.

Jupiteri välimus on väga muutlik. Siin-seal tekib tal hallikaid laike, mis liiguvad ja ujuvad ridamisi kord kasvades, siis jälle kadudes. Planeet on kui keev katel, milles voogavad ja pulbitsevad värvilise vahu helbed.

Täheteadlastel tekkisid kahtlused, et võib-olla need värvilised laigud polegi pilved, vaid midagi muud. Juba nõrgajõulise teleskoobi abil võib kergesti märgata tuuli, mis kihutavad noid imelikke pilvelaike mööda Jupiteri pinda.



Jupiter ja tema kuud.

Tavaliselt hajuvad pilved Jupiteri peal mõne kuu järel; nad nagu sukelduksid atmosfääri sügavusse, loovutades koha teistele, mis tõusevad altpoolt asemele.

Peale selliste kiiresti kaduvate laikude tuntakse veel teisi, mis püsivad kauemat aega. Eelmise sajandi seitsmekümnendatel aastatel märkasid astronoomid, et Jupiterile ilmus tohutu punakas pilv. Mõne aastaga oli see veel suuremaks kasvanud ja omandas telliskivipunase varjundi. Pilve pikkus oli umbes nelikümmend tuhat kilomeetrit ja laius kümme tuhat kilomeetrit. Maakera mahuks sellisesse pilve nagu õun külimitti.

Selle laigu värvus oli muutlik. Kord oli see kahvatu, kord hele, ujudes kogu aja mööda Jupiteri pinda, nagu tõukaks teda tugev tuul. Teised pilved andsid teed suurele punasele laigule.

1890. aastal märkasid täheteadlased, et suure laigu taga ujub teine tume laik ja et viimane liigub esimesest kiiremini. Ta jõuab punasele laigule järele ja peab lõppeks sellega paratamatult kokku põrkama. Oleks olnud huvitav jälgida kokkupõrget ja teada saada, mis siis juhtub. 1890. aasta juulikuus olid kogu maailma teleskoobid suunatud Jupiterile. Täheteadlased ootasid põnevusega laikude kokkupõrget. Kui laigud liiguvad

ühel kõrgusel, siis ühinevad nad. Kui punane on tumedast laigust madalamal, siis liigub viimane esimese peale ja katab selle. Võib juhtuda ka vastupidi, et tume laik sukeldub punase alla. Mis ka ei juhtuks, kuid astronoomidele avaneks ikkagi võimalus õppida tundma saladuslikkude laikude loomust.

Nagu tihti juhtub teaduses, ei leidnud ükski oletustest kinnitust. Osutus, et tume laik kaldus täiesti ootamatult oma teelt kõrvale ja möödus punasest.

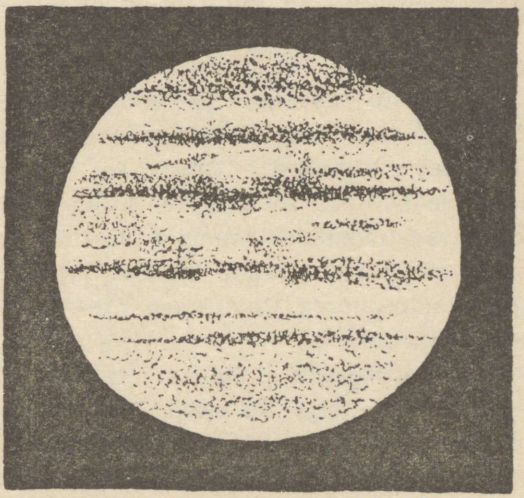
Suur punane laik aeg-ajalt hajub ja kaob. Kuid mitte jäljetult. Ta kohale hallide pilvede vööti jääb süvend, nagu laht, mis on hästi nähtav. Täheteadlased, vaadeldes neid laike, määrasid Jupiteri pöörlemisaja. Jupiter teeb täisringi ümber oma telje üheksa tunni ja viiekümne minutiga. Seejuures aga osutus, et Jupiter pöörleb pooluste lähedal aeglasemalt, mistõttu on seal ööpäev viis minutit pikem kui ekvaatoril. Kui meie elaksime Jupiteril, siis peaks meil olema mitu kalendrit ja mitut liiki ajanäitajaid, milledest ühed käivad kiiremini, teised aeglasemalt.

Seni meie veel ei tea, mispärast on laigud Jupiteril nii omapärased ja mitmevärvilised; võime vaid teha mitmesuguseid oletusi. Üks neist paistab aga olevat üsna tõenäoline.

Me teame, et meie võrdlemisi väike Maa ei ole täielikult jahtunud. Ta sisemus on veel tuline ja aeg-ajalt purskavad vulkaanid tuliseid kive ja laavat.

Jupiter on Maast suurem ja ta sisemuse temperatuur on arvatavasti kõrgem kui Maal. Võimsad vulkaanilised pursked rebestavad Jupiteri koore ja paiskavad üles metallide ja mineraalide mitmesuguseid aurupilvi. Ülespaisatud tuha ja gaaside massid hõljuvad Jupiteri atmosfääri ülemistes kihtides ja paistavad meile valgete pilude keskel värviliste laikudena.

Ka maakeral esineb selliseid nähtusi. Meie jahtuva planeedi võrdlemisi väikesed vulkaanid on korduvalt teinud kohutavaid purskeid. Tuliste aurude ja peenima tuha pilved tõusid neist kuni kuue tuhande meetri kõrgusele. Vulkaanilised tuhapilved, haaratud õhuvooludest, on kandunud suurtesse kaugustesse. Näiteks Vesuuvist 1906. aastal väljaheidetud tuhapilv oli mõne



Selline paistab Jupiter suure teleskoobi abil.

kuu pärast Taanis. Islandi vulkaani Hekla tuhk langes maha Šotimaal. Pärast võimsat Krakatau purset, kus kohutav plahvatus purustas poole tulemäest ja paiskas selle merre, hõljus tuhk mitu aastat atmosfääri ülemistes kihtides ja langes ühes vihmaga maha Lõuna-Ameerikas.

Jupiteril võivad esineda veelgi võimsamad vulkaanilised pursked, mis tekitavadki kummalisi laike. See ole-

tus paistab üsna tõenäolisena. Kuid ka vastuväited võivad olla tõenäolised.

Maal ja teistel planeetidel ei ole soe mitte sellepärast, et nad pole jõudnud jahtuda. Seesmine temperatuur ei mängi siin peaaegu mingisugust osa.

Kui kustub Päike, siis jäätub maakera otsekohe.

Kuid Jupiter asetseb Päikesest veel kaugemal kui Maa. Ta saab soojust palju vähem kui meie Maa ja Jupiteri peal peaks olema palju külmem kui maakeral.

1922. aastal õnnestus kindlaks teha, et temperatuur Jupiteri peal on umbes 140 kraadi allpool nulli. See arv saadi matemaatiliste arvutuste ja mõõtmiste teel.

Eriti tundliku termomeetri abil püüti määrata Jupiteri kiirte soojuse hulka. Osutus, et Jupiter nagu Kuugi ei kiirga soojust. Jupiter on külm. Ja pilvedki, mis tõusevad ta atmosfääri, on nähtavasti külmad.

Niisiis on värviliste pilvede olemus ja nende tekkimise küsimus selgitamata. Jäägu see tulevase täheteadlaste-põlve ülesandeks [1]).

Sellel päikesesüsteemi hiiglasel on üsna arvukas kaaslaste pere. Jupiteril on neid avastatud üksteist. Neist väikseim, mis asetseb Jupiterile kõige lähemal, on nimeta. Nelja kõige suurema kaaslase nimed on: esimesel — Jo, teisel — Euroopa, kolmandal — Ganymedes ja neljandal — Kallisto. Kõige suurem on neist Ganymedes. Tema läbimõõt on peaaegu kaks korda

1) Jupiteri ja teiste kaugemate hiidplaneetide (Saturni, Uurani ja Neptuuni) spektri uuemate uurimiste põhjal on tõenäoline, et nende planeetide õhkkonnas etendavad tähtsat osa kaks gaasi — ammoniaak ja metaan (soogaas). Sellised gaasid muutuvad piiskadeks ja tahkeiks kristallideks väga madalal temperatuuril, nagu see valitseb mainitud planeetidel. Seega peaksid Jupiteri pilved koosnema mitte vee, vaid peamiselt ammoniaagi piiskadest, mis hõljuvad metaani atmosfääris. (Vastutav toimetaja.)

suurem kui meie Kuul ja isegi suurem kui Merkuuril. Kallisto on Ganymedesest vaid pisut väiksem. Jo ja Euroopa on peaaegu niisama suured kui Kuu.

Teised Jupiteri kaaslased on väikesed. Otsustades mõnede tunnistuste järgi, puudub Jupiteri kuudel atmosfäär. Kolm Jupiteri kaaslast tiirlevad ta ümber vastupidises suunas — teistele vastu. Need on kaheksas, üheksas ja kõige kaugem ning viimne Jupiteri kaaslane.

Planeet kaelusega.

Saturn on planeetidest kõige kummalisem ja kaunim. Teda ehib ümmargune ja väga ilus kaelus.

Suur Galilei märkas 1610. aastal esimesena seda Saturni iseärasust. Kuid tal puudus võimalus üksikasjaliselt vaadelda seda planeedi ehet. Galilei teleskoop oli nõrgajõuline ja talle paistis, et Saturnil on sangad nagu suhkrutoosil.

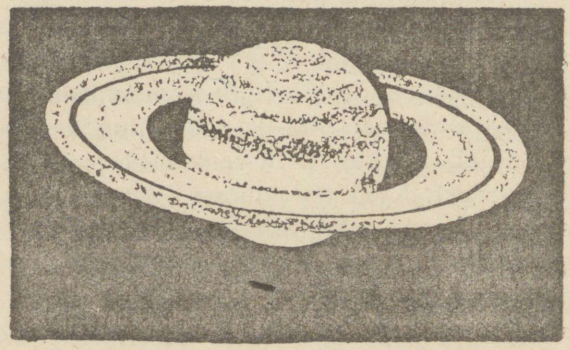
Alles 1656. aastal tõestas Huygens, et planeedi kummalised lisandid on väga õhukesed, kuid laiad rõngad. Järgnevad vaatlused näitasid, et rõngaid on kolm. Välimine, kõige suurem rõngas on värvuselt hallikas, järgmine on hele, valge, ja kolmas, mis asetseb planeedile kõige lähemal, on tume, otsekui läbipaistvast tumedast õhukesest riidest — krepist.

Saturni rõngad pole tahked, vaid koosnevad arvutuist peentest kivikestest. Need on Saturni pisikeste kaaslaste parved. Nad tiirlevad tiheda lindina ümber planeedi. Rõngad on läbipaistvad. Heledais rõngais on kive ja tolmu rohkem kui tumedas ja nad on tihedamad kui viimane. Tume rõngas on väga hõre ja seepärast läbipaistev.

Rõngaste paksus pole kuigi suur — viisteist kuni kakskümmend kilomeetrit.

Sisemine tume rõngas ulatub kuni seitsmekümne tuhande kilomeetrini Saturni ekvaatorist. Kõige kaugem välisrõngas laiub kuni saja neljakümne tuhande kilomeetri kauguseni, Saturni keskmest arvatud.

Võib kujutella, et Saturni taevas on imeilus. Seal pilvede taga ripub muinasloolise sillana hõbedane kaar. Ta särab nagu sajad kuud, valgustades planeeti helesinkjasrohelise valgusega.



Saturni kuju suure teleskoobi abil vaadatuna.

Meie ei tea, kuidas on tekkinud need rõngad. On mitmesuguseid oletusi. Võib olla, et see on ebaõnnestunud kaaslane, mis oma tekkimisprotsessis ei kujunenud keraks, vaid jäi püsima pisikeste kivide sülemina. Võib ka olla, et Saturni kaaslased tulid liiga lähedale emaplaneedile ja selle võimas tõmbejõud purustas oma kaaslased väikesteks tükikesteks ning neist tükikestest moodustusidki rõngad.

Muidu on Saturn väga Jupiteri sarnane. Tal on niisama tihe atmosfäär tumedate vöötidega ja mitmevärviliste pilvedega ja niisamasugune kollakas, ehkki pisut tumedam värvus.

Saturnil on üheksa kaaslast. Kõige lähemal asetseb Mimas, siis järgnevad: Enceladus, Tethys, Dione, Rhea. Edasi järgneb Tithonos, suurim teistest, olles massilt kaks korda suurem kui meie Kuu. Tithonose kannul tiirleb väike Hyperion, seejärel Japetos ja viimasena Phoibos, mis tiirleb ümber planeedi vastupidises suunas. Ta liigub teistele vastu. On võimalik, et Saturnil on veel üks kaaslane. Täheteadlane Pickering teatas 1905. aastal, et on avastanud kümnenda Saturni kaaslase ja andnud sellele nimeks Themis. Kuid Themist pole keegi enam näinud ja ta olemasolu on vaieldav.

Saturni suurim kaaslane Tithonos on ka massilt suurim kõigi planeetide kaaslaste keskel. Tithonosel avastati 1945. aastal atmosfäär. Ei ühelgi teisel päikesesüsteemi kuul pole märgatud atmosfääri olemasolu.

Uuran, Neptuun ja Pluto.

Kaks järgmist planeeti Uuran ja Neptuun on teineteise sarnased. Uuran on maakerast kuuskümmend kaks korda suurem, Neptuun aga seitsekümmend kaks korda. Mõlemad planeedid on ümbritsetud tiheda atmosfääriga, kus ujuvad paksud pilved. Kuid Uurani ja Neptuuni pilved ei oma kollast varjundit nagu Jupiteri pilved, vaid rohekat. Praegu on veel raske öelda, millega on seletatav nende planeetide värvus. Oletatakse, et nende planeetide pinnal on temperatuur väga madal, sest nad asetsevad Päikesest väga kaugel ja saavad sellelt vähe soojust. Võib olla, et Uurani ja Neptuuni atmosfääris ujuvad mingisuguste ainete jahtunud aurud, mis peegeldavadki rohelisi kiiri.

Uuran omab huvitavat iseärasust: ta ei pöörle selliselt oma telje ümber nagu Maa ja teised planeedid.

Maa telg, mis oma põhjapoolusega on suunatud tähe Põhjanaela poole, on ainult pisut kaldu orbiidi tasapinna suhtes. Ja teised planeedid tiirlevad umbes niisamuti, s. o. otsekui „seistes".

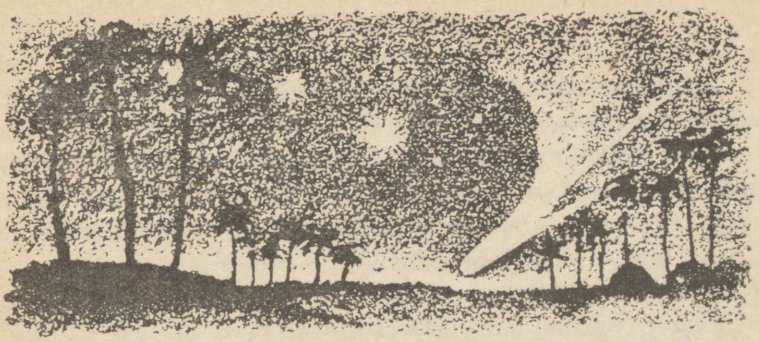
Kuid Uurani telg on nii tugevasti kaldu, et võib öelda: ta tiirleb „lamades". Seepärast on seal ööpäeva ja aastaaegade vaheldumine üsna kummaline. Umbes kahekümne ühe aasta jooksul vaheldub päev ööga korrapäraselt, kuid järk-järgult pikenedes. Siis saabub alatine päev ja alatine suvi kestusega kakskümmend üks aastat. Uurani polaarpiirkondades seisab Päike peaaegu pea kohal nagu meil ekvaatoril. Siis aga hakkab Päike laskuma allapoole, jälle vahelduvad kahekümne ühe aasta jooksul päev ja öö, kumbki viis tundi ja kakskümmend minutit pikk. Pärast seda saabub kestev öö ja lakkamatu talv, mis nagu eelmisedki kestab kakskümmend üks aastat.

Võiks ära märkida asjaolu, et Uuran pöörleb teises suunas kui Maa. Uuranil tõuseb Päike seal, kus meil asetseb lääs, ja loojub idas.

Teadlased on oletanud, et ka Uurani teisik — Neptuun — pöörleb teises suunas, kuid hilisemal ajal tehtud vaatlused ei ole kinnitanud seda.

Uuranil on neli kaaslast — Ariel, Umbriel, Titaania ja Oberon. Ka Uurani kuud tiirlevad teises suunas kui teiste planeetide kuud. Neptuunil on üksainus Tritoni-nimeline kaaslane.

Pluto on kaugeim ning viimne planeet. Ta on avastatud üsna hiljuti ja teda on seepärast vähe uuritud. See on väike planeet, väiksem kui meie Maa. Pluto asetseb Päikesest nelikümmend korda kaugemal kui Maa. Seepärast paistab Päike Plutolt pisikese ringikesena. Plutol on isegi päeva ajal pimedavõitu, umbes nii, nagu on meil videviku ajal.



Kuues peatükk.

Mis on komeedid?

Peale planeetide, nende kaaslaste ja pisiplaneetide — asteroidide — liigub ümber Päikese arvutu hulk suuri ja väikesi taevakehi. Võrreldes planeetidega on nad kõik massilt väga väikesed. Kõige huvitavamad on neist muidugi „sabaga tähed" ehk „juustega tähed". Neid kutsutakse komeetideks. See nimetus on tuletatud kreekakeelsest sõnast „kome", mis tähendab „juuksed".

Peale komeetide tiirleb Päikese kõrval veelgi väiksemaid taevakehi, mis aeg-ajalt langevad Maa peale. Meie nimetame neid langevateks tähtedeks ehk lendtähtedeks. Langevateks tähtedeks nimetame neid vääralt.

Tähed on tohutu suured päikesed, sellised nagu meiegi Päike. Mõistagi ei saa nad langeda Maa peale. Sädemed, mis lendavad taevavõlvil, on vaid kivid, helendades kokku põrgates õhuga. Neid nimetatakse meteoorideks. Niisiis esinevad meie päikesesüsteemis komeedid, meteoorid ja taevakehade pisimad osakesed — kosmiline tolm.

Aeg-ajalt ilmub tähtede keskele nõrgalt helenduv udusarnane tombuke. See on algul niivõrd väike, et teda on raske märgata isegi tugevajõuliste teleskoopide abil. Möödub mõni päev, uus taevakeha kasvab kiiresti, suureneb, muutub heledamaks ja muudab märgatavalt oma kohta tähtede suhtes.

Tähtede-vahelisest ruumist ilmunud külaline ligineb Päikesele ja muudab järk-järgult oma välimust. Selle eespoolel kujuneb midagi peataolist, tagapool on aga saba. Pea on hele ja särav, saba oleks nagu hõbedasest udust. Uustulnuk — sabaga täht — ongi komeet, mis on omaette huvitav liik taevakehi.

Komeet kasvab iga päevaga ja saavutab mõnikord tohutu suuri mõõtmeid. Hiiglaslike komeetide pead võistlevad heleduselt Kuuga ja isegi Päike ei ole alati võimeline varjutama suurt komeeti. Sellise külalise saba laiub hiilgava vöödina üle kogu taevavõlvi.

Kahjuks on meie sajand vaene suurte komeetide poolest. Neljakümne kuue aasta jooksul on olnud palja silmaga nähtav vaid üksainus komeet. Eelmisel sajandil oli selliseid komeete mitu, ja kõik nad olid väga ilusad.

Nüüdisajal avastatakse peaaegu kõik komeedid fotograafia abil. Et välimuse järgi on võimatu eristada nõrka komeeti tähtedest ja teistest taevakehadest, mida nimetatakse udukogudeks, siis toimivad täheteadlased järgmiselt: üht ja sedasama taeva-ala fotografeeritakse kahekümne kuni kolmekümne minutiste vaheaegadega. Siis võrreldakse ülesvõtteid, ja kui märgatakse väikest täpikest iga kord eri kohal, mis tähendab, et see täpike liigub, siis on selge, et on avastatud uus komeet. Nii avastatakse fotograafia abil komeete, mis helendavad tuhat korda nõrgemini kui kõige nõrgemad tähed, mida

vaevalt-vaevalt võib veel näha palja silmaga. Ei ole kerge avastada komeeti. Enne tuleb läbi vaadata mitukümmend fotoplaati ja üle elada palju ebaõnnestumisi, kuni viimaks õnnestub märgata uut komeeti. On esinenud juhtumeid, kus asjaarmastajad-täheteadlased on avastanud komeete kõige lihtsamate instrumentidega või isegi palja silmaga.

Mõned inimesed harrastavad „komeedipüüki" niisama kirglikult kui teised margi-, liblika- või raamatukogumist. Nad pühendavad kogu oma elu sellele ja veedavad ööd läbi teleskoobi juures.

Heledate komeetide avastamiseks ei ole vaja suuri ja kallihinnalisi instrumente, vaid selleks piisab teleskoobist, mis on võimeline haarama laialdasemat taevaala. Sellist instrumenti kutsutakse komeediotsijaks.

Komeedipüüdjad asuvad igal selgel ööl rõdudele, majakatustele või omatehtud tähetorni putkasse. Nad uurivad hoolikalt läbi tähistaeva, lootes kuski silmata väikest komeeti. Ja kui asjaarmastajal õnnestub märgata uustulnukat tähtede-vahelises ruumis ja sellest teatada enne teisi lähimasse tähetorni, siis pannakse komeedile avastaja nimi. Alates sellest momendist kannab taevakeha oma rännakuil maailmaruumis inimese nime, kes teda märkas esimesena.

Üks kuulsam komeedipüüdja oli kontoriametnik prantslane Messier. Ümber kirjutades astronoomilisi käsikirju huvitus Messier teadusest. Ta hakkas vaatlema taevast ja avastas mitu komeeti, mis seni kannavad ta nime.

Ka Karoline Herschel, suure astronoomi õde, harrastas komeedipüüki. Päev kulus tal majatalituseks ja venna abistamiseks, terved ööd veetis ta aga teleskoobi juures, et vaadelda tähti. Karoline Herschel oli esimene

naistäheteadlane. Londoni astronoomia selts autasustas teda kuldmedaliga.

Teadus mälestab kümneid komeedipüüdjaid, kes oma kannatlikult teostatud vaatlustega on teadusele toonud palju kasu ja teinud tähelepanuväärivaid avastusi.

Major Biela kulutas oma elust palju aastaid komeetide otsimisele. Ta õpetas isegi vahipostil seisvaid sõdureid vaatlema taevast ja otsima komeete.

27. veebruaril 1826. aastal oli major Bielal õnne. Ta avastas komeedi ja nimelt selle, mis hiljem pidi kokku põrkama maakeraga.

Peale Biela sai komeetide avastajana kuulsaks plekksepp Lewis Swift. Juba viieteistkümneaastase poisikesena leidis ta komeedi, mis aga osutus juba varem Halley poolt avastatuks. Nooruses omandatud harrastus ei ununenud aastatega. Täisealise mehena jätkas Swift komeetide otsimist. Olles lõpetanud oma töökojas töö, istus ta akna juurde, seadis üles väikese pikksilma ja vaatles kannatlikult taevast. Hiljem ostis ta säästetud rahaga hea komeediotsija ja vaatles sellega vesiveski katuselt taevast. Swift avastas mitu komeeti.

Peale Swifti said komeetide otsimisega kuulsaks kellassepad Cuvier-Gravier ja Bond, graveerija Tempel, fotograaf Barnard, kellest hiljem sai kuulus täheteadlane. Komeedipüüdjate tšempioniks peetakse täheteadlast Ponsi, kes 1801—1827. aastani avastas kakskümmend üheksa uut komeeti.

Meil Nõukogude Liidus on avastanud kuus uut komeeti Simeizi täheteadlane G. N. Neuimin, kes tegeles taeva fotografeerimisega. Taotledes küll teisi eesmärke, avastas ta samal ajal hoopis uued komeedid.

1939. aastal leidsid nõukogude asjaarmastajad-täheteadlased Ahmatov ja Jurlov palja silmaga uue komeedi. Selle eest said nad Vaikse ookeani Astronoo-

miaseltsi kuldmedali. Täheteadlane S. M. Kozin märkas väikese viletsa pikksilma abil kaht uut komeeti. Alates 1919. aastast on Nõukogude Liidu täheteadlaste poolt avastatud kokku kolmteist uut komeeti.

Komeedipüük on kütkestav ja vaevarikas töö, sest komeet võib ilmuda täiesti ootamatult mistahes taevaosas. Seepärast vaatlevad komeedipüüdjad tähelepanelikult üht taeva-ala teise järele, seni kui on läbi uuritud kogu taevas. Komeet ei ole võib-olla õhtul nähtav, kuid kesköö särab ta juba heledalt taevavõlvil, välja sirutades lehvikuna oma kaunist saba.

Kõik need usinad vaatlejad — „komeedipüüdjad" — on teadusele toonud palju kasu.

Kas komeet võib kokku põrgata Maaga?

Komeedid lendavad Päikese poole eri suundadest. Nad ilmuvad ootamatult, tormavad määratu suure kiirusega ja nende teed ristuvad alatasa Maa orbiidiga. Ja mis oleks siis selles võimatut, kui üks neist taevakehadest kunagi põrkab kokku Maaga. Kas selline kokkupõrge on võimalik?

Et vastata sellele küsimusele, on tarvis loetleda kõik meile tuntud komeedid.

Täheteadlased on uurinud läbi hiina käsikirjad, egiptuse papüürosed, kroonikad jne. ja on saanud teada, et inimesed on tundnud vanaajal kõigest neljasada komeeti. Kuid need olid nähtavasti väga suured ja heledad komeedid, et neid võis märgata palja silmaga.

Pärast teleskoobi leiutamist on astronoomilistes ajakirjades avaldatud teateid üle kuuesaja uue komeedi kohta.

Alles käesoleval sajandil on saanud võimalikuks tugevajõuliste teleskoopide abil avastada ka väikesi

komeete. Neid leitakse praegu aastas viis kuni kuus, kuid on „viljakaid" aastaid, millal neid ilmub nähtavale veelgi rohkem. Näiteks avastati 1939. aastal kolmteist komeeti. Sellest järeldub, et komeete on kümneid tuhandeid, võib-olla rohkemgi. Kepler ütles: „Maailmaruumis on komeete nagu kalu meres." Neid on tõesti palju. Järelikult pole selles midagi võimatut, kui mõni neist põrkab kokku maakeraga. Kuid kas selline kokkupõrge on ohtlik? Kui suured on komeedid? Võib-olla on nad väikesed ja pole maakerale ohtlikumad kui sääsed elevandile?

Esimesed teadlaste poolt ülestähendatud andmed lasevad märgata teadlaste kartust Maa kohtumise kohta komeediga

Komeedid on mahult tohutu suured. Donati komeedi saba oli kaheksakümmend viis miljonit kilomeetrit pikk. Kuid teatakse komeete, millede saba on olnud veelgi pikem. 1843. aastal ilmus maailmaruumist külaline, mille saba oli niivõrd pikk, et oleks võinud küündida Maalt Päikeseni, keerduda selle ümber ja ulatuda siis veel tagasi Maani. See oleks sarnanenud määratu suure Maad ja Päikest ühendava sillaga. Kuid kõige pikem saba oli komeedil, mis ilmus nähtavale 1882. aastal. See oleks võinud ulatuda kuuekordselt Maalt Päikeseni.

Tohutu suured on ka komeetide pead. Isegi väikese komeedi pea on umbes maakera suurune, mõnede komeetide pea aga on isegi suurem kui Päike.

Kui kuutaoline tahke kindel kera põrkab kokku Maaga, siis annab kokkupõrge end Maale valusasti tunda.

Seepärast näis vanasti, et Maa kohtumine sellise taevakehaga on üsna ohtlik. Kuid hiljem on hajunud need kartused. Täheteadlased on märganud, et komee-

did on läbipaistvad, kuna tähed — mitte üksnes heledad, vaid ka nõrgad — paistavad nende sabast läbi. Nähtavasti koosneb komeedi saba väga hõredatest gaasidest ja peenimast tolmainest. Kui Iisaku kirikust Leningradis kogu õhk välja pumbata ja hiljem sisse lasta üks nööpnõelapea-suurune mull, siis hajuks see pisike mull õhku kogu suures kirikus. Õhk oleks kirikus väga hõre, kuid siiski tunduvalt tihedam kui aine, millest koosneb komeedi saba. Mitte asjata ei nimetanud prantsuse täheteadlane Babinet komeete „nähtavaiks ei millekski". See tabav ütlus iseloomustab hästi komeetide aine hämmastavat hõredust. Järelikult kui Maa kohtuks komeedi sabaga, siis ei kahjustaks see teda rohkem kui kerge udu vedurit.

Ka komeedi pea on läbipaistev. Kuigi pea aine on tihedam saba omast, on peagi niivõrd hõre, et ta ei heida isegi märgatavat varju. Kuid komeedi tuum — ta tihedaim osa — koosneb suurtest ja väikestest kividest, tolmu- ja gaasikübemetest. Suurima komeedi tuuma läbimõõt on olnud ainult kümme kilomeetrit. Komeedi pea on lihtsalt kivide ja liivaterade pilv, milles lendavad liivaterad on sadu meetreid üksteisest eemal.

Kui suur komeet ka ei oleks, massilt on ta väike. Kahtlemata on Maa oma olemasolu kestel korduvalt põrganud kokku komeetidega. Mõned teadlased arvavad, et tohutu kraater Arizona osariigis on nimelt väikese komeedi tekitatud.

Viimase kahe sajandi jooksul oleme juba kaks korda läbinud komeedi saba. Esmakordselt 1861. aastal ja teistkordselt 1910. aastal. Inimesed olid kokkupõrkest varem teadlikud ja kartsid seda väga. Kuid ei sündinud midagi kohutavat ja ükski ei märganudki, kuidas Maa läbis komeedi saba.

Kui Maa läbis 1910. aastal komeedi saba, siis juhtus järgmine naljakas lugu.

Moskva tähetorni direktor V. K. Tserasski sai ühelt Volga laevakaptenilt kirja. 19. mail, s. o. päeval, kui Maa pidi läbima komeedi saba, märkasid reisijad, et auriku tekil leidus kõikjal mingisugust kollakat pulbrit. Kapten arvas algul, et seda pulbrit on puistanud mõni reisija. Kapten ronis masti otsa, kuid siingi nägi ta kõikjal sama kollakat tolmu. Siis jõudis ta otsusele, et see pulber on sattunud Maa peale komeedi sabast. Ühes kirjaga tähetorni direktorile saatis ta ka pudelikese kogutud pulbriga. Pulber uuriti läbi. Osutus, et tegemist oli männi õietolmuga, kuna männid õitsevad maikuus. Harilikult ei pane seda tolmu keegi tähele, kuid Maa läbimise puhul komeedi sabast pidasid hirmunud inimesed harilikku õietolmu pulbriks, mis on puistunud Maale komeedi sabast.

Mis juhtub siis, kui komeedi tuum riivab Maad? Võib ju juhtuda, et komeedi tuumas leidub mitmekordse maja suurusi rahne.

„Õudusetunnet, mida kunagi sisendas komeedi ilmumine, asendas hirm, et arvutute komeetide hulgas, mis liiguvad päikesesüsteemis igas suunas, võib osutada selline, mis põrkab kokku Maaga, ja niisuguse kokkupõrke tulemust pole tõesti raske endale ette kujutada.

Maa telje asetus ja Maa pöörlemise kiirus peaksid muutuma; meri jätaks maha praegused kaldad ja suunduks uuele ekvaatorile; inimesed ja loomad hukkuksid selles uues ülemaailmses veeuputuses, kui nad ka oleksid eluga pääsenud kohutavast tõukest, mida sai maakera; kõik rahvad hukkuksid, kõik inimmõistuse saavutused häviksid, kui aine hulk osutuks komeedis umbes niisama suureks, nagu omab meie Maa."

Nõnda kirjutas sada aastat tagasi suur prantsuse teadlane Laplace.

Kuid tänu õpetatud täheteadlaste töödele on seni kindlaks tehtud, et isegi suurima komeedi mass on vähemalt miljon korda väiksem Maa massist. Seepärast kui komeedi tuum põrkakski kokku Maaga, ei suuda komeet hävitada elu Maa peal. Ta ei purustaks ega kahjustaks maakera. Kui löök satub maismaa asustatud ala pihta, siis võib ju mõni linn kannatada, kuid inimesed, kes asuvad teisal, arvatavasti küll imetlevad seni nähtamatut kaunist kuldselt leegitsevate tähtede sadu. Teadlased on arvutanud, et komeedi pea võib Maaga kokku põrgata, kuid mitte sagedamini kui üksainus kord kaheksakümne miljoni aasta jooksul.

Komeedi saba kummaline käitumine.

Kui komeet asetseb Maast kaugel, siis näib ta ümmarguse heleda tombukesena. Mõne päeva möödumisel, kui komeet on tulnud Päikesele lähemale, tekib tombukese taha viir ja komeet omab tavalist välimust — tal kujuneb saba. Saba kasvab väga kiiresti ja saavutab mõnikord hiiglaslikke mõõtmeid.

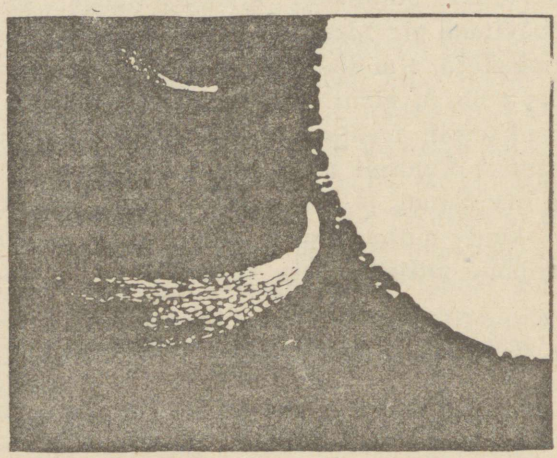
Mõned külalised tähtede-vahelisest ruumist ei rahuldu ühe sabaga. Donati komeedil oli kaks väikest, peaaegu sirget ja üks suur ja kõver saba, mis meenutas türgi mõõka — jatagaani. 1744. aastal ilmunud komeedil oli lehvikutaoline viiest viirust koosnev saba.

Teadlased on tähele pannud, et mida lähemale tuleb komeet Päikesele, seda suuremaks ja heledamaks muutub ta saba.

Arvatavasti lööb tuuma aine Päikese kiirte mõjul kiirgama. Külmunud gaasid hakkavad sulama, pulbitsema ja keema. Komeedi tuumast tõusevad aurude, gaaside ja

tolmu joad. Tuumast kõrgemale kujundavadki nad komeedi pika hiilgava vediku, mida meie nimetame sabaks.

Komeetide puhul võib märgata veidrat nähtust: saba ei järgne talle nagu suits vedurile. Veduri suits kandub



Komeetide sabad on alati pööratud Päikesest eemale.

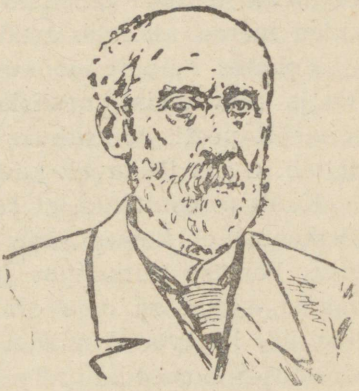
olenevalt tuulest tingimata kas tagasi või pisut kõrvale, kuna komeedi saba on sageli suunatud kõrvale, vahel jõuab ta koguni peast ette.

Kui komeet hakkab eemalduma Päikesest, siis pöördub ta saba veel järsemalt, ja möödudes komeedist jookseb tast ette. On tähele pandud, et saba pöördub kõrvale seda järsemalt, mida lähemal on komeet Päikesele.

Kokku võttes — saba on alati pööratud Päikesest eemale, vastusuunas Päikesele. Emb-kumb, kas pöörab komeet oma saba võimalikult kaugemale Päikese kiir-

test või puhub Päikese poolt niivõrd tugev tuul, et komeedi saba pöörleb nagu tuulelipp. Kuid õhuta ruumis ei või ju olla tuult. Kuidas võiks tekkida tuul seal, kus pole õhku? Ja komeet pole rebane, et ta võiks tuju järele keerutada saba.

Saba kummaline ja mõistatuslik käitumine jäi teadlastele kaua aega saladuseks. Selge oli vaid üks: maailmaruumis on mingisugune tundmatu jõud, mis suunab komeedi saba.



F. A. Bredihhin (1831—1904).

Eelmise sajandi lõpul lahendati see mõistatus. Selle teene teadusele osutas kuulus vene täheteadlane akadeemik F. A. Bredihhin, kes avastas, et õhuta ruumis on jõud, mis toimib nagu tuul. See jõud väljub Päikesest. Otsekui tuul puhub ta komeedi tuuma kohalt gaasid ja tolmukübemed komeedi kõrvale.

See Päikese tuul pole midagi muud kui valgus. Päikese kiiri kujutleme kaalutuina, õrnadena ja immateriaalseina, kuid nad omavad siiski teatavat jõudu. Valgus võib edasi ajada ja puhuda peenimaid gaasi- ja tolmuosakesi, nagu tuul kannab ja pillub maakeral tolmu.

Kuigi oletus Päikese tuulest paistab esialgu ebatõenäolisena, kuid seda on kinnitanud järgnevadki uurimused. Akadeemik Bredihhini imestama panevat järeldust, et valgusekiired omavad jõudu, kinnitas teinegi vene teadlane, kuulus füüsik P. N. Lebedev. Ta tõestas katsete varal, et valgus tõesti omab jõudu ja niisiis valguse rõhumine pöörabki komeetide sabasid.

Kelle päralt on komeedid.

Möödunud sajandil arvasid teadlased, et komeedid ekslevad tähtede-vahelises ruumis ja ujuvad seal nagu kalad meres, rännates teedeta ja seadusepäratult.

Kohates Päikest mööduvad nad temast saba lehvitades ja kaovad siis uuesti kosmiliste avaruste hämarusse. Komeeti peeti juhuslikuks ränduriks, kes korraks end näitab ja siis jäädavalt kaob.

Kuid on osutunud, et see pole nii. Täheteadlased on tõestanud, et komeet, mis ilmub kustki kõrvalt, püsib pisut Päikese piirkonnas ja liigub siis edasi oma teed mööda — tal on oma orbiit. Komeedid, mida seni on jälgitud, liiguvad kinnistel orbiitidel. Teadlased teevad järelduse: komeedid pole võõrad, tundmatust ruumist saabuvad tulnukad, vaid nad on arvatavasti samasugused Päikese tütred nagu planeedidki. Siiski oletatakse, et mõned komeedid ei kuulu päikesesüsteemi, kuid seni pole õnnestunud selles lõplikult veenduda.

Nii planeedid kui ka komeedid liiguvad ümber Päikese, kuid komeetide orbiidid on planeetide orbiitidest erinevalt väga piklikud. Komeedid tulevad Päikesele üsna lähedale. Mõned neist on läbinud isegi Päikese atmosfääri ülemisi kihte. Siis aga, kihutanud ümber Päikese, eemaldub komeet ja läheneb Jupiteri, Neptuuni ja Pluto orbiitide piirkonda või rändab veelgi kaugemale. Seal aeglustub järk-järgult komeedi liikumine ja ta lõppeks pöördub ümber, sööstes tagasi Päikese poole.

Selliseks teekonnaks vajab komeet pikka aega, vähemalt kolme aastat. Sabata Encke komeet tuleb tagasi kolme aasta ja nelja kuu pärast. Alates ajast, kui teda 1786. aastal esmakordselt märkas täheteadlane Mechain, on ta ilmunud meile nähtavas taeva osas nelikümmend üheksa korda.

Tohutu suur ja imekaunis Halley komeet teeb ühe täistiiru seitsmekümne kuue aastaga. Viimasel korral, aastal 1910, ähvardas ta kokku põrgata Maaga. Kuid riivas seda vaid sabaga ja eemaldus. Ta ilmub uuesti alles 1986. aastal. Selliseid tagasisaabuvaid rändureid on väga palju. Teadlased on loendanud üldse sada seitsekümmend komeeti, millede tiirlemiskiirus ümber Päikese on kolmest aastast neljast kuust kuni tuhande aastani ja veelgi rohkem. Meie ei teagi, millal ja kui pika aja järel ilmuvad uuesti nähtavale mõned komeedid. Võib-olla ilmuvad nad jälle meie juurde miljoni aasta pärast.

Samuti on võimalik, et mõned komeetidest, mis praegu kuuluvad päikesesüsteemi, on kunagi ekselnud tähtede-vahelises ruumis ja on hiljem haaratud päikesesüsteemi Päikese tõmbejõu poolt. Olgu nii või teisiti, kuid teadlased on veendunud, et komeetide enamik kuulub Päikese perre.

Komeedi hukkumine.

Komeetidest, mis pöörduvad tagasi Päikese juurde, on vististi küll kõige huvitavam Biela komeet. Meie silmadele on avanenud tähelepandavad muutused komeedi tuumas, mis jutustavad meile üsna palju komeetide ehitusest ja saatusest.

Major Biela märkas oma komeeti 1826. aastal. Teadlased vaatasid läbi kõigi komeetide nimestikud ja veendusid, et see rändur ei ole uustulnuk. Ta on juba korduvalt ilmunud taevasse, pöördudes meie juurde tagasi üsna täpse ajavahemiku järel, umbes kuue ja poole aasta mööduđes. Täheteadlased, olles sooritanud vajalikud arvutused, hakkasid ootama, millal ta ilmub uuesti. Arvutused näitasid, et Biela komeedi tee lõikub Maa

teega. Komeedi kohtumine Maaga pidi toimuma 1832. aastal.

Kogu maailm ootas kartusega kurjakuulutava külalise lähenemist. Veidi aega enne komeedi ilmumist haaras inimesi kabuhirm: ühed põgenesid linnadest välja, palvetasid ja nutsid, teised jagasid oma varanduse vaestele ja pihtisid patte. Oli tarvis suuri jõupingutusi, et veenda ja rahustada erutatud inimesi.

Täheteadlased püüdsid selgitada, et komeet ei tekita Maale mingisugust kahju. Kõige rohkem, mis võib juhtuda, on see, et ta riivab Maad oma udutaolise kesta servaga ja eemaldub siis.

Täheteadlastel oli õigus. Maa kohtumine komeediga lõppes õnnelikult. Ükski ei märganudki kokkupõrget komeediga, ainult mõnes kohas võidi jälgida suurepärast tähesadu.

1845. aastal lähenes Biela komeet uuesti Päikesele. Ta ilmus nähtavale arvutuste põhjal kindlaks määratud ajal: teda võidi vaadelda 16. novembril. Kakskümmend päeva hiljem muutus ootamatult komeedi välimus. Sabaga taevakeha ümmargune pea võttis järsku pirni kuju, ja kümne päeva pärast poolitus komeet. Ühe komeedi asemel tekkis kaks. Seni on teadmata, mis põhjustas selle katastroofi. Ükski ei tea, kas komeet purunes kokku põrgates mõne tumeda taevakehaga, või oli ta oma koostiselt väga habras ja lagunes iseendast. Igatahes pole seni suudetud selgitada, mispärast purunes komeet.

Kogu maailma täheteadlased võisid näha, kuidas purunenud komeedi mõlemad pooled liikusid teineteise kõrval nagu kaksikõed. Nad olid kolm kuud nähtavad ja kadusid siis jälle.

Kuue aasta pärast ilmusid komeedid uuesti, kuid nüüd olid nad teineteisest eemaldunud üsna kaugele.

Maast mööda lennates võistlesid nad omavahel heleduselt: kord oli heledam üks, kord teine.

Ühe kuu pärast kadusid kaksikõed vaateväljalt. Neid oodati 1859. aastal jälle, kuid nad ei ilmunud. Neid ei tulnud ka 1866. aastal. Neil päevadel, mil võidi oodata Biela komeedi ilmumist, otsisid täheteadlased asjata taevas nende kildegi. Veendunud, et näha ei ole enam midagi, siirdusid nad oma tavaliste tööde juurde.

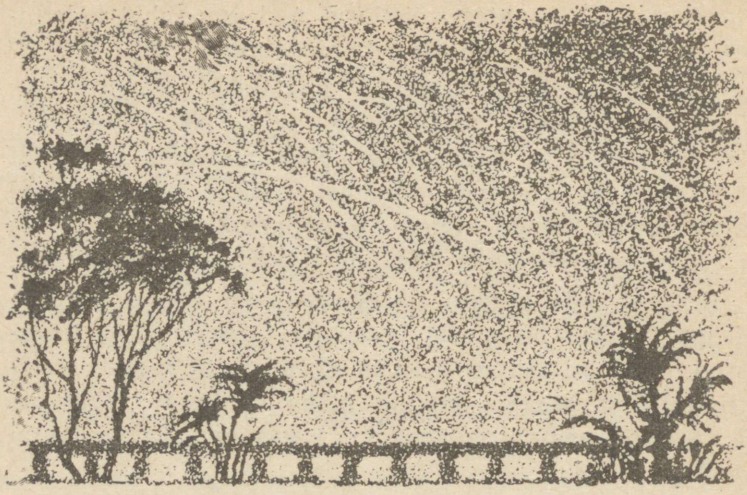
Komeet, mis kunagi oli ähvardanud kokku põrgata Maaga, hakkas pikapeale ununema. Unustati isegi arvutused, mis olid tehtud nelikümmend aastat tagasi; unustati, et Biela komeet, kui ta oleks säilinud tervikuna, oleks 1872. aastal ohtlikus kauguses uuesti lähenenud Maale.

Ka kuulus täheteadlane Flammarion oli unustanud selle. Tõsi küll, ta oli haigestunud malaariasse. Ta istus õhtuti kodus suletud uste ja kaetud akende taga ning ei väljunud tänavale, sest ta kartis külma õhtust õhku.

27. novembri õhtul 1872. aastal ei tulnud Flammarion kordagi akna juurde. Alles järgmisel päeval sai ta teada, mis oli juhtunud öösel, ja kahetses nüüd tõsiselt. Kui täheteadlane eelmisel õhtul oleks vaadanud aknast välja, oleks ta silmade ees avanenud imestusväärne pilt: Biela komeet üllatas maailma fantastilise ilutulestikuga.

27. novembri õhtul kella seitsme paiku süttisid taevas miljonid tuled. Algas sätendavate tähtede sadu. Hääletute välkudena lõhestasid tähed tumedat taevast, tulised nooled sööstsid vihkudena pimedusest. Langevad tähed lõid leegitsema rakettidena ja puistasid purskkaevudena laiali helendavaid piisku.

Paistis, nagu oleksid kõik tähed endid lahti kiskunud oma kohtadelt ja hakanud ründama Maad tulise vooluna.



Tähesadu 27. novembril 1872. aastal.

Kesköö eel muutus tähesadu tõeliseks valanguks. Siis hakkas sadu nõrgenema ja lakkas kella kolme paiku öösel.

Kõik, kes jälgisid seda hämmastavat nähtust, märkasid, et tähed otsekui oleks lennanud välja teatavast taevavõlvi punktist Andromeda tähtkujus. Just sellest kohast oleks pidanud ilmuma Biela komeet. Kõik taipasid, et leegitsev sadu pole midagi muud kui lagunenud planeedi jäänused. Ta pudenes koost, kuid peente kivikeste sülem jätkas teekonda komeedi vanal orbiidil. Nimetatud päeval lendas see sülem maakera kohale ja korraldas meile imekauni vaatemängu tähesaju näol.

Kuid kas mitte ükski purunenud komeedi kild ei kukkunud Maa pinnale? Kui huvitav oleks ometi üles otsida selline kivike ja uurida seda, et teada saada, milliseist aineist õieti koosneb komeet, millest koosnevad üldse taevakehad.

Ootamatu ja äkiline tähesadu 1872. aastal ei võimaldanud jälgida taevast langevaid kive. Teadlased hakkasid kannatamatult ootama järgmist tähesadu. Nende arvutuste järgi pidi see korduma kolmeteistkümne aasta pärast, s. o. 1885. aastal. Ja tõesti 1885. aasta novembrikuus korduski tähesadu.

Kell 9 õhtul langes Mazapili linnas Mehhikos paljude elanike silmade all maha meteoriit. See tõsteti üles ja toimetati ettevaatlikult Mehhiko observatooriumi direktori Bonilla kätte. Esmakordselt ajaloos sattus teadlaste kätte komeedi tükike — meteoriit.

Kõigepealt kaaluti ta ära — ta kaalus neli tuhat üheksasada grammi. Siis löödi ta küljest ära tükike ja keemikud hakkasid uurima selle koostist.

Meteoriidis leiti rauda, naatriumi, süsinikku, magneesiumi ja niklit — aineid, mis kõik on hästi tuntud Maa peal. Komeedi aines polnud midagi ebatavalist, võõrast, maakeral tundmatut. See oli esimeseks tõendiks, et kõik taevakehad koosnevad samadest metallidest ja mineraalidest kui meie Maa.

Pärast 1872. ja 1885. aasta sadusid oli Biela komeedist järele jäänud vähe ainet. Kuigi selle komeedi tähesajud on nähtavad igal aastal novembrikuu lõpul, muutuvad nad aasta-aastalt ikka nõrgemaks ja nõrgemaks.

Peale Biela komeedi on teada veel teisedki juhtumid, kus komeedid on jagunenud kaheks või rohkemaks osaks ja koguni täiesti purunenud. Nii näiteks nägi 1860. aasta veebruarikuus Brasiilia täheteadlane Liais komeedi purunemist üsna Päikese ligidal.

1889. aastal purunes üks vastavastatud komeet neljaks osaks. Kui see komeet pidi uuesti ilmuma taevavõlvile, siis osutus, et tagasi saabus vaid ta suurim osa, kuna komeedi kolm osa olid kadunud.

Biela komeedi lugu näitab, et langevad tähed, eriti need, mis lendavad sülemite viisi, on hukkunud komeetide jäänused.

Meteooride sülemeist on tähelepanuväärivamad nii mõnedki.

Märkigem kõigepealt perseiide, mis on tekkinud 1862. aasta komeedist. Perseiidid ilmuvad nähtavale Perseuse tähtkuju sfäärist, mispärast nad on saanud sellise nimetusegi. Nad on väga heledad, valged ja nende arv ulatub kahesajale tunnis. Perseiidid ilmuvad igal aastal juulikuust alates. Kuid kõige rohkem langeb neid 10.—12. augusti vahel.

Akvariidid väljuvad Veevalaja tähtkuju piirkonnast. Seda meteooride voolu on tarvis oodata 3.—4. mail.

Orioniidid kohtuvad Maaga 19. ja 22. oktoobril, leoniidid 16.—17. novembri, geminiidid 12.—13. detsembri vahel.

Üsna ohtrat tähesadu võis vaadelda 10. oktoobril 1946. aastal vastu hommikut. Sel ööl kohtus maakera meteooride sülemiga, mis liikus mööda Giacobini — Pinneri komeedi orbiiti. Teadlased sooritasid väärtuslikke vaatlusi. Enamik meteooridest olid väga väikesed, kuid mõnikord ilmus nende hulka ka suuri, mis lennates heledalt särasid.

Mõnes Norra maakohas pidasid kohalikud elanikud meteoore reaktiivlennukiteks-mürskudeks. Nad telegrafeerisid pealinna, hoiatades „ohu" eest. Muide, arusaamatus lahenes kiiresti ja inimesed rahustusid.

Peale heledate komeetide on veel hulk pisikesi komeete, mis on nähtavad vaid teleskoobi abil. Nõukogude täheteadlane I. S. Astapovitš, olles vaadelnud rohkem kui viieteistkümne aasta kestel teleskoopilisi meteoore, on teinud kindlaks, et kosmilised kivikesed ja tolmukübemed langevad Maa peale erineva kiirusega.

Mõnede meteooride lennukiirus ei ületa neljakümmend kilomeetrit sekundis. Nähtavasti on nad need liivaterad, mis tekivad komeetide purunedes ja kuuluvad päikesesüsteemi.

On meteoore, mis lendavad Maa poole kaks korda kiiremini. Teadlased oletavad, et niivõrd kiired meteoorid lendavad meie juurde tähtedelt, mis asetsevad mingis Linnutee piirkonnas.

Kõige kiiremad meteoorid tungivad maakera atmosfääri saja neljakümne kilomeetrise kiirusega sekundis. On võimalik, et nad ilmuvad universumi piirkondadest, mis on veel kaugemal kui Linnutee.

Miks põlevad kivid.

Kui taevavõlvil lendab helendav säde, siis ütleme: täht langes. Aga kui palju ka ei langeks tähti, ei vähene ikkagi nende arv taevavõlvil. Kõik tähed püsivad oma kohtadel. Nad ei lange kuhugi ja ei võigi langeda. Tõelised tähed ei lange millalgi. Tähed on tohutu suured päikesed, sellised nagu meiegi Päike. Nad näivad pisikeste punktidena vaid sellepärast, et asetsevad Maast väga kaugel.

Kuid sädemed, mis heledate nooltena viirutavad öist taevast, pole sugugi tähed. Need on kivikesed, liivaterad, mis ekslevad maailmaruumis. Neid ei tohi nimetada tähtedeks, see nimetus on väär.

Teadus on andnud neile erinimetuse — meteoorid. Väga suuri ja heledaid meteoore, mis lõhkevad suure mürinaga otsekui pommid, nimetatakse boliidideks.

Niisiis on meteoorid kivikesed ja enamasti on nad väga väikesed, kas nööpnõelapea või hernetera suurused, pisut ka suuremad. Kuid mispärast siis sädelevad

need kivikesed ja taoti veel niisama heledasti kui pidustuste- või signaalraketid? Sellepärast, et nad põrkavad vastu õhku, meie Maa atmosfääri.

Kõik kehad kuumenevad löögi tagajärjel. Teie taote näiteks seina suurt naela. Puudutage seda ja teie tajute, et ta on soe. Ka haamer on soojenenud pisut. Samuti soojeneb saag saagimisel. Töö puhul soojenevad nii peitel kui ka naaskel. Kuul, mis on väljatud vintpüssist, on lennates läbi õhu kuumenenud üsna tugevasti. Kuid võrreldes meteooriga lendab kuul aeglaselt. Kuuli kiirus on umbes kaheksasada meetrit sekundis. Kuul ei lenda sekundis isegi kilomeetrit, kuna meteoori kiirus sekundis ulatub mõnikord saja neljakümne kilomeetrini.

Kui meil oleks lennukeid, mis lendavad niisama kiiresti kui meteoorid, siis kataksime vahemaa Leningradist Moskvani vaid mõne sekundiga. Selline meteoor võib teostada lennu ümber maakera 4 minutiga. Meteoori lennukiirus on määratu suur. Kui meteoor tungib Maa atmosfääri, siis põrkab ta kokku õhu osakestega. Meteoor kuumeneb tugevasti kohutava löögi ja õhu hõõrumise tagajärjel, samuti kuumeneb õhk, millega puutub kokku meteoor. Meteoor muutub mõne hetkega hõõguvate aurude ja gaaside pilveks.

See sünnib kõrgemais atmosfääri kihtides, umbes saja kilomeetri kõrgusel Maa pinnalt. Suuremad meteoorid tungivad üsna Maa pinna lähedale. Maani aga jõuavad ainult võrdlemisi suured kivid, kuid seda juhtub väga harva.

Lennates hakkab meteoor lõkendama, sulama ja mõnikord isegi puruneb tükkideks, kusjuures Maa peale langevad meteoori killud ehk jäänused, mida nimetatakse sel puhul meteoriitideks.

Kui õnnestub kätte saada mõnd suuremat meteoriiti otsekohe pärast ta mahalangemist, siis võib täheldada

üsna huvitavat nähtust. Esimesel silmapilgul paistab see imelikuna ja raskesti seletatavana.

Kord juhtus järgmine lugu. 1860. aastal langes Durmsalis Indias maha meteoriit. Ta tekitas maapinda väheldase lehtri. Et aga koht oli soine, siis täitus auk kiiresti veega.



Boliid ehk suur meteoor.

Meteoriit leiti kätte umbes pool tundi pärast langemist, kusjuures osutus, et ta oli ümbritsetud jääga. Palavas Indias kukub tuline meteoriit sooja soosse ja külmutab vee!

Kuid selle mõistatuse seletus on üsna lihtne.

Kui meteoor lendab planeetide-vahelises ruumis, pole ta tuline. Ta temperatuur on umbes kakssada seitsekümmend kraadi allpool nulli.

Tunginud Maa atmosfääri muutub ta tuliseks ainult pinna osades. Tervenisti ta soojeneda ei jõua, keskosas jääb ta külmaks. Kui mahalangev meteoor langeb vette, jahtub ta pind kiiresti ja ta keskosa madal temperatuur muudab vee jääks.

On peaaegu võimatu leida meteoriiti otsekohe pärast ta mahalangemist. Meteoriidid langevad sageli ookeanidesse, meredesse, järvedesse, soodesse või metsadesse, tungivad maapinda, rohusse, ja neid üles leida on niisama raske kui nõela heinakuhjast.

Kogu maailma muuseumides säilitatakse umbes tuhat meteoriiti. Selliseid aga, mida õnnestus kätte saada varsti pärast mahalangemist, on vähe. Nõukogude Liidu muuseumides on sada kakskümmend meteoriiti. Nagu näete, on leitud meteoriitide arv õige väike.

Seda juhtub harva, et meteoriit tekitab õnnetust. Jutustatakse, et 1660. aastal olevat meteoriit surmanud Santa Maria kloostris munga, kuid ei või vastutada, et see oli tõesti nii. On vaid teada, et Nahva alevis Egiptuses meteoriit surmas koera. See on ainuke teada olev õnnetusjuhtum meteoriidi mahalangemisel. Harilik pisike meteoriit pole võimeline tekitama tõsist kahju. Atmosfäär pidurdab ta lendu ja langemiskiirust ning ta lennukiirus Maa lähedal on küllaltki väike. Mõnikord on meteoriite leitud õhukesel järvejääl, kus nad pole suutnud purustada isegi jääd.

Pisikesi meteoriite langeb maha sageli. Kuid mõnikord — mitme sajandi tagant — juhtub, et Maa peale kukub tõesti suur meteoriit, mis kaalub sadu ja isegi tuhandeid tonne. Kui selline määratu suur meteoriit sööstab Maa poole, siis ei suuda õhk pidurdada tema kohutavat kiirust. Seepärast langevad säärased suured meteoriidid maha kiirusega, mis ületab mitmekümnekordselt vintpüssikuuli kiiruse.

Sellise meteoriidi mahalangemisel tekib tohutujõuline plahvatus.

Teadlased on katsetanud tulistada eripüssidega, millede kuuli lennukiirus on umbes neli kilomeetrit sekundis. Sellised ülikiired tinakuulid lõhkesid vastu Maad

põrgates otsekui oleksid nad täidetud tugevajõulise lõhkeainega. Kuulid aga olid päris tavalised, metalsed, täidetud vaid tinaga.

Kogu asi seisneb nende kuulide määratu suures kiiruses. Kui selline kuul peatub põrgates vastu mingit takistavat keha, siis muutub ta kiirus momentselt soojuseks. See soojus muudab kuuli aine auruks ja tekib tugev plahvatus. Meteoorid, millede raskus on sadu ja tuhandeid tonne, lendavad veel kiiremini kui püssikuul ja plahvatavad jõulisemalt kui lennukipommid.

Seepärast pole võimalik leida suuri meteoriite tervikuna. Seal, kuhu langeb selline meteoriit, tekib määratu suur lehter, ümberringi aga on paiskunud mahalangenud rahnu killud.

Cañon Diablo lähedal Arizonas Põhja-Ameerika Ühendriikides avastasid teadlased hiiglasliku kraatri, mida võis pidada võimsa vulkaani omaks. Kuid selles ei leitud mingisuguseid vulkaaniliste pursete jälgi, ta ümber ei olnud laavat ega tuhka. Kraater meenutab fantastilise kahurimürsu või mitmetonnise lennukipommi kraatrit. Lehter on üle kilomeetri lai, nimelt tuhat kakssada meetrit. Lehtrit ümbritseb väljapaisatud mullast moodustatud vall, mille kõrgus — nelikümmend viis meetrit — võrdub viiekordse maja kõrgusega. Kraatri sügavus on sada kaheksakümmend meetrit. Osutub, et kivimid kraatri põhja all on purunenud isegi kahesaja meetri sügavuseni. Kraatrist on kaevatud välja suur hulk rauatükke, kraatri ümbruses kuni kaheksakümne kilomeetri kauguseni on leitud mitu tuhat raudmeteoriiti.

Tõenäoliselt tekkis see kraater mõne eriti suure meteoriidi või pisikese komeedi põrkest vastu meie Maad. Mahalangenud rahnu raskust arvutatakse sajatuhandete tonnideni. Teadlased on püüdnud määrata

selle hiiglase mahalangemise aega. Kraatri äärtele on juba kasvanud puud, millede vanus küünib seitsmesaja aastani. Nähtavasti on meteoriit langenud maha palju varem. Viimaste aastatuhandete vältel on korduvalt langenud maakerale suuri meteoriite ja võib-olla isegi väikesi komeete. Siin ja seal maa pinnal on säilinud jäljed taevakehade löökidest. Neid loendatakse peale Arizona kraatri maakeral veel seitse.

Tehhase osariigis Ameerikas on Odessa-nimeline kraater. Ta lehtri läbimõõt on sada kuuskümmend meetrit.

Argentiinas on nelja meteoriidi kraatri rühm; kraatrite mõõtmed on viiskümmend kuni sada meetrit. Suurim meteoriidi lehter avastati hiljuti Kesk-Aafrikas. Seda lehtrit nimetatakse Ngoro-Ngoro. Lehtri läbimõõt on kaheksateist kilomeetrit. Kunagi sinna mahalangenud meteoriidi läbimõõt pidi olema umbes kaks kilomeetrit. Arvatavasti oli see väheldase komeedi tuum. Kümnete kilomeetrite ulatuses lehtri ümber on kõik kõrbenud ja purustatud.

Nõukogude Liidu piirides leidub väga huvitavaid meteoriitide poolt tekitatud kraatrite rühmi.

Seitsmest kraatrist koosnev rühm asetseb Saaremaal Eesti NSV-s kahekümne kilomeetri kaugusel Kuressaare linnast. Peakraater kannab Kaali järve nime. Selle läbimõõt on sada kümme meetrit. Lehter on täidetud veega. Peakraatri läheduses on kuus väikest kraatrit. Nõukogude teadlased uurivad neid kraatreid, mida on tekitanud meteoriidid.

30. juunil 1908. aastal kell kaheksa ja viisteist minutit kuulsid inimesed Turuhhanskis, Irkutskis ja Minussinskis võimsat plahvatust. Nelisada kilomeetrit meteoriidi langemise kohast eemal nähti pilvede poole purskuvat fontaani. Kahe tuhande kilomeetri kauguseni

võis kuulda meteoriidi plahvatust. Tundlikud seismograafid, mis asetsesid tuhandeid kilomeetreid eemal, märkisid võimsat maaväringut, mille keskkoht pidi olema Siberis. Kuid polnud mingit maaväringut, vaid see oli hiiglasliku meteoriidi põrge vastu Maad.

Helilaine tegi kaks korda ringi ümber Maa ja tundlikud barograafid märkisid laine isegi Lõuna-Ameerikas.

Talupoeg S. B. Semjonov jutustas selle meteoriidi langemisest. Ta elas boliidi langemise kohast kuuskümmend viis kilomeetrit eemal Vanovari faktooriumis.



Meteoriit.

„Istusin maja trepil ja töötasin. Äkitselt loitis metsa kohal määratu leek ja silmapilkselt muutus nii palavaks, et peaaegu oleks süttinud mu särk. Leek kadus äkki, kuid siis vappus maapind. Mind paisati sülla kaugusele trepist ja ma kaotasin teadvuse.

Tulin teadvusele kõmina peale. Vaatan: talumajad vappuvad nagu palavikus, aknaklaasid purunevad ja aknaraamid murduvad. Hoonete-vahelisel väljakul oli välja rebitud suur lahmakas maad. Peatselt rahunes kõik."

Et meteoriit langes asustamata taigasse, siis polnud ei surnuid ega haavatuid.

Teaduste Akadeemia korraldas kolmel korral ekspeditsiooni selle suure meteoriidi leidmiseks. Kuid ta

langemise kohta ei õnnestunud avastada otsekohe, kuid hiljem leiti see ometi üles. Ekspeditsioon suundus Moskva teadlase L. A. Kulik'i juhtimisel sügavale Siberi taigasse, Podkamennaja Tunguska jõe rajooni.

Kohal, kuhu oli langenud meteoriit, avanes kohutava laastamistöö pilt. Ümberringi oli kõrbenud kõik kümnete kilomeetrite ulatuses. Kaheksakümne tuhande ruutkilomeetrisel maa-alal oli mets maha murdunud, kusjuures puud lamasid maas lehvikutaoliselt — ladvad meteoriidi langemiskohast vastaspoole. Kõrbenud, hävinud metsa keskel osutus otsekui tugevaima pommituse läbi tekkinud kahekümne viie ruutkilomeetri suurune moonutatud väljak: üleskaevatud, segipaisatud maapind, sajad haigutavad lehtrid, pahupidi pööratud muld, kuhjunud korratuisse hunnikuisse.

Võib-olla purunes meteoriit juba Maa atmosfääri sattudes. Võib-olla oli siin tegemist meteoriitide sülemiga.

Ekspeditsioonil ei õnnestunud teostada väljakaevamisi ja hankida ühtegi selle meteoriidi kildu. Maailma suurimat meteoriiti pole seni veel uuritud.

Üks suuremaist kivimeteoriitidest säilib Põhja-Ameerika Ühendriikides. Selle tõi Gröönimaalt admiral Peary. See meteoriit kaalub kolmkümmend kuus ja pool tonni.

Raudmeteoriite leitakse palju harvemini kui kivimeteoriite. Kahekümne kivimeteoriidi kohta tuleb harilikult üks raudmeteoriit. Suurim raudmeteoriit Boguslavka on Nõukogude Liidus. Ta kaalub sada üheksakümmend üheksa kilogrammi. See meteoriit langes maha Kaug-Idas Boguslavka küla lähedal 2. oktoobril 1916. aastal. Sellele meteoriidile pandi nimeks küla nimetus, kus ta leiti. Meil on veel meteoriidid Saratov, Kašin, Ohhansk jt.

Vanim teadlaste valdusse sattunud meteoriit on Saksamaal. Teda säilitatakse muuseumis juba üle neljasaja viiekümne aasta. See meteoriit leiti 16. novembril 1492. aastal Ensisheimi linna lähedal. Meteoriit kaalub umbes sada kilogrammi. Meteoriidisse on graveeritud ajalooline pealkiri: „Paljud teavad sellest kivist palju, kõik — mõndagi, kuid ükski ei tea temast piisavalt". Need sõnad on õiged veel praegugi, nelisada viiskümmend aastat hiljem.

Kuidas kasvab maakera.

Pariisis elas kellasepp Cuvier-Gravier. Naabrid pidasid teda veidrikuks. Igal õhtul, olles sulgenud oma töökoja, väljus Cuvier õue, võttis istet leentoolis ja loendas langevaid tähti. Nii veetis ta kõik selged õhtud ja vahest isegi ööd. Teda naerdi ja tema üle heideti nalja. Sõbrad ja tuttavad kutsusid Cuvier'd narritades tähelugejaks. Kuid järjekindel kellasepp jätkas oma armastatud tegevust.

Cuvier otsustas lahkuda süda-Pariisist. Kõrged linnamajad varjasid taevast ja segasid vaatluste teostamist. Kellasepp viis oma töökoja üle eeslinna. Küll oli siin vähem töötellijaid ja oli väiksem sissetulek, kuid vaatluste toimetamiseks oli Cuvier'l nüüd aega palju rohkem.

Seniajani meenutavad täheteadlased tänuga seda kellaseppa. Ta loendas esimesena Maale langevaid meteoriite.

Praegu tegelevad sellise loendamisega paljud teadlased ja asjaarmastajad. On õnnestunud teada saada paljugi huvitavat. Osutub, et ööpäeva jooksul langeb Maa peale triljon meteoriiti. Mitte igaüks ei oska lugeda

seda arvu (1 000 000 000 000). Kõik need meteoriidid kaaluvad kokku umbes kümme tonni. Järelikult suureneb Maa raskus iga päev kümne tonni võrra.

Peale meteoriitide langeb Maa peale ka rohkesti peenimat meteooritolmu. Esmakordselt avastasid selle tolmu polaarmaade uurijad. Sealsetel valgetel avaratel lumeväljadel pole mingisugust mustust, seevastu on hästi märgatav punakas roostesarnane pulber, mis on puistatud lumele.

See kummaline tolm uuriti läbi ja leiti, et ta koosneb rauasooladest ja hapendeist.

Samasugust punast tolmu märkavad ka alpinistid kõrgetel mägedel.

3. mail 1892. aastal vaatles polaarmaade uurija Nordenskjöld määratu suurt kosmilist pilve. See pilv liikus üle Soome, Rootsi ja Põhja-Saksamaa. Ta oli umbes tuhat kuussada kuuskümmend kilomeetrit pikk ja viissada kilomeetrit lai. Nordenskjöldi arvestuse järgi langes sellest pilvest Maa peale ligikaudu viis tuhat tonni kosmilist rauatolmu.

On teada teisigi juhtumeid, millal Maa peale langes värvuselt musta tolmu, mis koosnes rauast, kroomist ja niklist. See tõestab, et see tolm sattus meile planeetide-vahelisest ruumist, sest Maa pinnalt tavaliselt ei leita ei kroomi ega niklit.

18. septembril 1938. aastal võidi Jenissei alamjooksu ja Obi suudme rajoonis tähele panna salapärast nähtust. Igarka ja nenetsi asulate Halmar-Sade, Tarko ja Salehhi elanikke erutas ootamatu pimeduse taastulek keset päiset päeva.

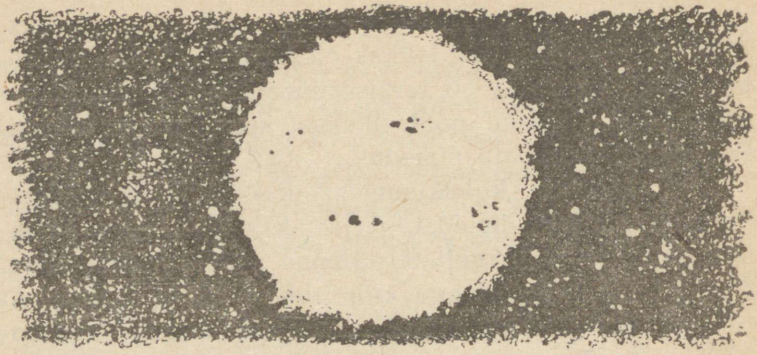
Kell kaheksa hommikul polnud märgata veel midagi iseäralikku. Oli tavaline pilvine ilm. Kell pool üheksa omandasid pilved imeliku kollakaspruuni, kohati isegi punaka varjundi. Kella üheksa paiku tugevnes pruun vär-

vus. Taevas muutus ebatavaliseks ja kurjaennustavaks. Pimedus tihenes. Päev lakkas olemast. Kell käis kümne peal, kuid elamutes oli tarvis süüdata tuli. Kell kümme saabus öö ja kell pool üksteist kadus valgus täiesti. Saabus läbipaistmatu pimedus.

Kell kümme kolmkümmend kaks minutit märgati horisondil kitsast heledat, järjest kasvavat viiru. Pimedus hajus ja kella neljateistkümne paiku taastus päev. Ootamatu öö oli kestnud kuus tundi, ta oli vallutanud tohutu suure, mitme tuhande ruutkilomeetrise territooriumi. Teadlased oletavad, et pimeduse tekitajaks oli hiiglasuur kosmiline tolmupilv, mida Maa kohtas oma teekonnal.

Kahtlemata leidub meid ümbritsevas ruumis peale planeetide, tähtede ja komeetide veel üsna suuri tumedaid kosmilise tolmu pilvi. Mõnikord läbib maakera neid pilvi ja siis langeb osa tolmust ta pinnale.

Maa kogub maailmaruumist tolmu ja kive. Igal aastal langeb Maa peale umbes kolm tuhat viissada tonni meteoriite, boliide ja tolmu. See on suur virn kosmilist ainet. Niiviisi kasvab meie Maa vähehaaval, kuid mõistagi pole juurdekasv suur. Kolm tuhat viissada tonni on võrreldes Maa massiga tähtsusetu suurus. Selleks vajatakse miljoneid ja miljoneid sajandeid, et Maa võiks massilt kahekordistuda. Kuid meie Maa muutub siiski järg-järgult ja pidevalt suuremaks. Isegi sädemeke, mis välgahtab taevas, muudab teda, juurde lisades meie planeedile jälle ühe tolmukübeme.



Seitsmes peatükk

Päike.

Inglise vanasõna ütleb: „Viimane koha, kuid mitte tähtsuse järgi." See vanasõna on sobiv ka meie raamatu käesoleva peatüki kohta. Peatükk on viimane, kuid mitte tähtsuselt, sest selles jutustatakse Päikesest. See aga on meile kõige tähtsam taevakeha. Ta elustavad kiired soojendavad ja valgustavad Maad. Tänu Päikesele haljendavad meie metsad ja põllud, valmib puuvili, küpseb vili põllul, voolavad jõed ja puhuvad tuuled. Kõik, mis liigub, kasvab ja elab, kasutab Päikese energiat.

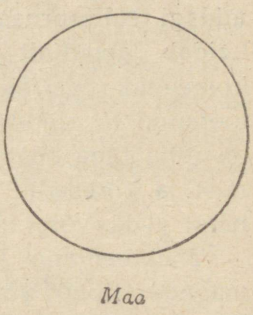
Päike on tohutu suur tuline kera. Ta on Maast miljon kolmsada tuhat korda suurem. Temperatuur tema pinnal ulatub kuue tuhande kraadini. Päikesel keeb ja voogab kõik nagu leegitsevas ookeanis. Seal purskuvad üles säravad tulefontaanid, paisklevad tulised tuulepöörised, möllavad helendavate udude ja gaaside tormid.

Selles peatükis jutustataksegi sellest, kuidas teadlased on näinud kõike seda Päikese peal.

Päikese peal on laigud.

Kolmsada viiskümmend aastat tagasi teati Päikesest väga vähe. Johann Fabriciuse teade, mille ta avaldas 9. märtsil 1611. aastal, üllatas teadlasi. Fabricius nägi pimestavalt helendava Päikese peal mingisuguseid tumedaid laike. See teade näis võimatuna, ebatõenäolisena.

Tol ajal kujutleti Päikest tuldlõõmava ookeanina, igavesti möllava tulikahjuna, kus pole ega võigi olla mingisuguseid laike. On võimalik, et Fabriciuse teade oleks jäänud tähele panemata, sest ta ei olnud kuigi tuntud teadlane. Kuid suur Galilei kinnitas, et ta juba ammu vaatab Päikese laike ja on neid korduvalt näidanud sõpradele ja tuttavatele. Laigud on täiesti olemas, kuigi see on väga imelik.



Maa suurus võrreldes Päikese suurusega.

Laikude avastamine ärritas kiriklasi. Preester Jean Tarde kirjutas meelepahaga vastulause: „Päike on maailma silm ja sellel ei või mingil juhul olla kaed. Järelikult ei saa Päikese peal olla mingisugust prügi või mustust."

Kuid laigud olid olemas. Neid ei näinud üksnes täheteadlased, vaid ka teised inimesed. Kõige suuremad laigud on hästi nähtavad isegi teleskoobita, läbi tavalise tahmastatud klaasi.

Teadlased hakkasid otsima sellele mõistatusele seletust. Preester Scheiner kinnitas, et laigud on Päikese lähedal tiirlevate pisiplaneetide kuhjumid. Nende tumedad kehad, möödudes Päikese kettast, paistavad tume-

date laikudena. Tõelikult aga on meie valguseandja laikudeta.

Seda arvamust toetasid esialgu ka mõned teadlased, kuid hiljem tuli sellest loobuda. Vaatlused tõestasid vastu vaidlemata, et pole mingisuguseid planeete, vaid laigud asetsevad Päikesel endal. On näha, kuidas nad tekivad, kasvavad ja hiljem kaovad. Planeedid aga ei või kaduda ja taas ilmuda.

Teadlane Marius oletas, et laigud on räbu ja tahm, midagi sellesarnast, mis tekib jahtuval malmil. Päike heidab aeg-ajalt eneselt tagemeid ja neist tekivad komeedid. Marius ei leidnud pooldajaid, teadlased ei toetanud ta oletust. Võrrelda Päikest jahtuva malmiga on juba liiga ebatõenäoline. Päike on tulisem sula malmist ja komeedid lähenevad Päikesele maailmaruumist, nagu seda võib igaüks näha.

Täheteadlane Lalande oletas, et laigud on Päikese mägede tipud või leeted, mis ajuti kerkivad valgust kiirgavast ookeanist.

Lalande'i oletus langes ära, niipea kui märgati, et laigud liiguvad, ujuvad Päikese pinnal. Nad eemalduvad üksteisest, siis jälle ühinevad. Mäed aga ei või liikuda.

Kuulus William Herschel esitas väga fantastilise seletuse. Herschel kinnitas, et Päike on kaetud väljastpoolt valgust kiirgavate pilvedega. Nende all laiub külmade pilvede kiht, mis meenutab Maa pilvi, ja alles nende all asub Maa sarnane kera.

Seal Päikese kindlal pinnal elavad päikeseinimesed, kasvavad imetaolised metsad seninähtamatute kummaliste lindude ja loomadega. Seal on olemas kõik, mis on Maa peal, kuid palju paremini. Päikese laigud aga on pilvede vahemikud, kust paistab läbi Päikese tuum. Ja võib-olla vaatlevad Päikese elanikud nende pilvede vahelt maailma.

See seletus on rohkem muinasjutu kui teadusliku hüpoteesi sarnane; kuid ta meeldis kõigile ja isegi kiriklastele. Õpetlased nõustusid selle oletusega, sest läbi teleskoobi on tõesti näha, nagu oleks Päikese pind kaetud pilvedega. Paistavad üksikud pilved, mis hiilgavad teemandilise säraga. Neid lahutavad tumedamad vahemikud. Aeg-ajalt eemalduvad pilved üksteisest, vahemikud laienevad. Tekib laik, pilu, mille läbi paistab midagi tumedat, hallikate äärtega.

Herscheli seletust tunnustas teadus üle saja viiekümne aasta. Seda oletust peeti õigeimaks. Kuid täheteadlased jätkasid visalt Päikese uurimist ja vaatlemist. Kogunes uusi fakte, täienesid optilised riistad. Päike avaldas järk-järgult oma saladused. Ja tänapäeval meenutatakse Herscheli seletust kui naljalugu.

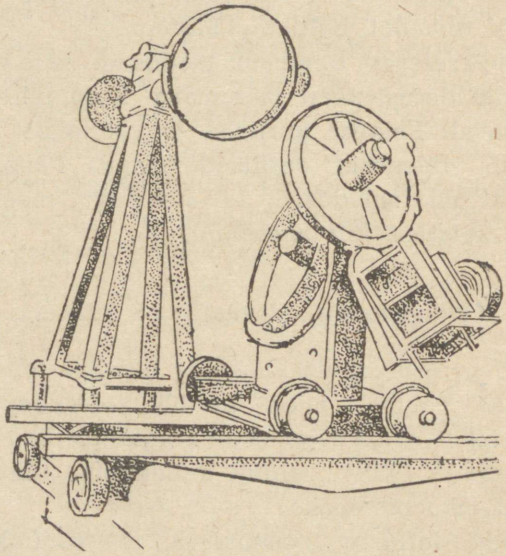
Kuidas teadlased vaatlevad Päikest.

Päikest pole võimalik vaadelda tavalise teleskoobiga. Liiga hele valgus, mida kogub teleskoop, hävitab momentaanselt silmanägemise. Belgia teadlane Plateau vaatles katseks Päikest ainult kahekümne minuti vältel ja jäi eluajaks pimedaks.

Lihtsate vaatluste teostamiseks varustatakse teleskoop ekraaniga. Teleskoop juhib Päikese kujutise valgele paberilehele. Nii on väga soodus vaadelda Päikest, eriti kui pimendada tuba. Kuid teaduslikkudeks töödeks ekraan ei kõlba, sest puudub vajalik täpsus.

Selleks, et toimetada Päikese vaatlust, vahetavad täheteadlased teleskoobi okulaari, asendades tähtede vaatluseks määratud okulaari päikeseokulaariga. Viimane on ehitatud selliselt, et juhib suurema osa Päikese valgusest kõrvale ja ainult tähtsusetu osa sellest suunab täheteadlase silma.

Tänapäeval teostatakse Päikese vaatlusi väga lihtsa riista — tsölostaadi — abil. See on tavaline ümmargune ja lame kõrgekvaliteediline peegel, mis suunatakse gi Päikese poole. Tsölostaadi peegel juhib Päikese kujutise sinna, kuhu soovib täheteadlane. Ta ei vaatle enam Päikest ennast, vaid jälgib Päikese valguse laiku, mida peegeldab tsölostaat.



Tsölostaadid — riistad, mis juhivad päikesekiired teleskoopi.

Aparatuur Päikese vaatlemiseks kinnitatakse kohale ja seatakse kindlalt nõutavasse asendisse selliselt, et see oleks suunatud tsölostaadile. Pöörleb ainult tsölostaat, mis töötab kellamehhanismiga. Tavaliselt kasutatakse kaht tsölostaati: üks on suunatud Päikesele ja pöördub aeglaselt ümber oma telje; ta juhib kujutise teisele peeglile; teine tsölostaat aga on asetatud ratastega vankrile, mis aeglaselt liigub ringroobastel. Vankrile aseta-

tud tsölostaadi peegel püüab Päikese kujutise ja peegeldab selle teleskoopi või muusse astronoomilisse aparaati.

Päike liigub taevavõlvil idast läände, kuid tsölostaadid nagu peataksid Päikese, teevad ta kujutise liikumatuks, ja täheteadlastel on sobiv teda vaadelda.

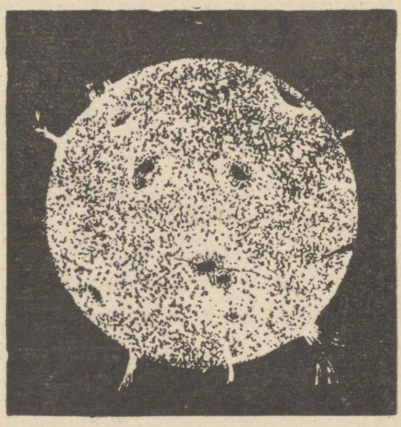
Päikeseteleskoop pole tavalise teleskoobi sarnane. Tal on sageli tornisarnane välimus. Torni on paigutatud suurendusklaasid või peeglid. Ülal platvormil asetsevad tsölostaadid. Üks on suunatud Päikesele, kuna teine vaatab esimesse peeglisse ja peegeldab Päikese kujutise alla torni sisemusse. Sinna aga on asetatud kõik täheteadlaste riistad.

Tavaliselt ei teosta täheteadlased vaatlusi teleskoobiga ise, vaid usaldavad selle ülesande fotoaparaadile. Fotoaparaat näeb paremini kui inimesed ja, mis peaasi, ta jäädvustab igaveseks kõik, mida on kord näinud. Päikese ülesvõtteid säilitatakse, ja nii võib neid saada igal ajal, võib vaadelda ülesvõtet kuidastahes ja niipalju kui tarvis, võib teostada mõõtmisi ja võrrelda ülesvõtteid omavahel.

Just enne sõja algust konstrueerisid nõukogude teadlased Nikolai Georgijevitš Ponomarev ja Dmitri Dmitrijevitš Maksutov tähelepanuvääriva päikeseteleskoobi. See teleskoop oli määratud peamiselt pisemate üksikasjade hoolikaks tundmaõppimiseks Päikese pinnal. Ponomarevi teleskoobiga võib saada Päikese kujutise, mille läbimõõt on umbes üks meeter. Vaenlase pommitamise tagajärjel hävis palju teleskoobi osi, kuid Ponomarevi ja Maksutovi teleskoop ehitatakse uuesti ja seatakse üles taastatud Pulkovos.

Päikeseteleskoobi konstrueerimise eest said Ponomarev ja Maksutov Stalini preemia.

Päikese ülesvõte meenutab osalt alustassi ülesvõtet, millesse on kallatud piima, kus ujuvad läikivad riisiterad. Mõned võrdlevad Päikese pinna välimust halli lõuendiga, mis on üle külvatud lumehelvetega. Päikese pind pole üleni hele; ta on sõmerjas ja vahemikud hele-



Päikese sõmerjas pind. Päikese laigud ja protuberantsid.

date terade vahel paistavad tumedamatena, otsekui hallikatena. Herschel oletas, et terad on tuliste aurude ja gaaside pilved. Arvatavasti pole see nii. Teleskoobis on näha, kuidas need terad liiguvad ülikiiresti, otsekui tõukaks neid tagant tugev tuul. Kord põrkavad nad kokku, ühinevad üksteisega, kord eemalduvad üksteisest, muutes alatasa kuju.

Teadlased on mõõtnud suurendatud ülesvõtetel üksikute terade ehk graanulite — nagu neid ka kutsutakse — suuruse. On osutunud, et terade suurus on erinev — kahesajast kuni tuhande kilomeetrini, kusjuures

nende suurus muutub kogu aja. Nad tekivad, kasvavad ja kaovad otsekohe. Iga hele laiguke oleleb lühikest aega — mõne sekundi ja kõige rohkem mõne minuti.

Päike meenutab mässavat tuleookeani, ta pinnal vahutavad leegitsevate lainete harjad ja keevad valged vahulained. Nad tantsisklevad ta pinnal, tõuklevad ja kaovad niisama kiiresti, kui ilmusidki. Päikese terad pole sugugi majesteetlike ja aeglaste pilvede sarnased. Tõenäoliselt ongi nad vaid hõõguvate gaasilainete helendavad harjad.

Kohati süttivad riisiterakeste ja kübemete meres eriliselt heledad laigud, soonekesed ja vöödid. Nad helendavad pimestavalt. Teadlased nimetavad neid fakliteks (tulelontideks). Mõnikord tekivad faklid Päikese serva juures. Siis on nad nähtavad pisut külje poolt, olles nagu profiilis. Nad kerkivad purskkaevudena Päikese pinnalt. Oletatavasti ongi faklid hõõguvate gaaside ja aurude poolt moodustatud purskkaevud, mis purskuvad Päikese sisemusest ja langevad heledate jugadena tagasi Päikese pinnale.

Kuidas tekib Päikese laik.

Aeg-ajalt ilmub mõnel Päikese osal väga palju fakleid. Nad löövad leegitsema, nagu ennustades purske lähenemist. Tõepoolest kiirendavad selles kohas terad ja kübemed oma liikumist; nad eemalduvad kiiresti üksteisest eri suundades, nagu hajutaks neid mingi tuulekeeris. Tumedad vahemikud suurenevad, liituvad üksteisega ja nii tekib terve rühm väikesi ja suuri laike.

Seejuures on suuri laike harilikult kaks: üks eespool, teine tagapool. Väikesed laigud asetsevad suurte kõrval. Nad kas kaovad järk-järgult või ühinevad suur-

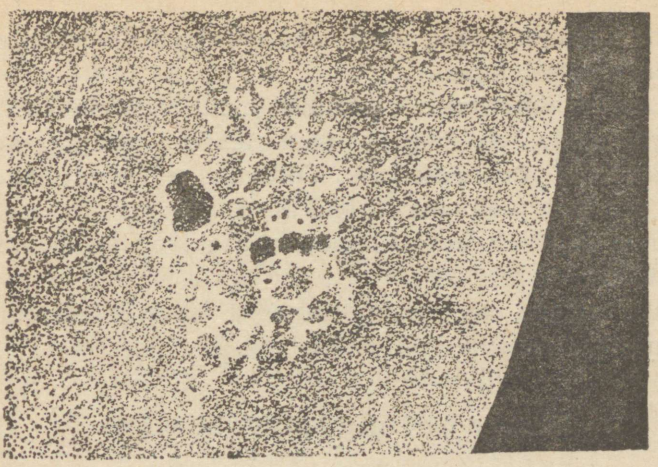
tega, mistõttu suured laigud kasvavad veelgi ja muutuvad ümmargusteks.

Laigu keskmine osa on tume, ta servad on heledamad, hallikad. Laigu tumedat osa nimetatakse (tuumaks), hallikat serva aga poolvarjuks. Mõistagi, et laik ainult paistab tumedana, sest ta asetseb pimestavalt heleda pinna keskel, tegelikult aga on laik väga hele. Kui Päike kustuks ja alles jääks ainult üks suur laik, siis paistaks see heledamini kui kümme kõige heledamat kuud. Kuid Päikese pinna pimestavalt heledal tagapõhjal näivad laigud meile võrdlemisi tumedatena.

Teadlased on mõõtnud laikude suurusi. Need on väga mitmesugused. Mõned laigud on hiiglaslikud — üle sajatuhande ruutkilomeetri.

Täheteadlane Wilson tahtis teada saada, kas laik ei moodusta Päikese pinna süvendit. Ta hakkas vaatlema ühte ümmargust laiku ja jälgis teda iga päev. Laik, kistud kaasa Päikese pöörlemisest, lähenes järk-järgult ta servale. Et Päike on kera, siis asetus laik kord-korralt küljega vaatleja poole. Wilson nägi, kuidas esmalt kadus poolvari laigu lähemal küljel ja siis hakkas järk-järgult kaduma tuum, kuna poolvarju kaugem serv oli veel kaua aega nähtav. See on seesama, kui võtate sügava taldriku ja hakkate seda järk-järgult pöörama enda poolt ära. Siis näete samuti, et esiteks kaob teie silmist taldriku lähema kallaku pind, siis taldriku põhi ja viimasena kaob taldriku kaugem serv. Wilson tegi järelduse, et päikeselaik on süvend ja omab taldriku kuju.

Teine teadlane Hall avastas, et laigu aine pöörleb, nagu oleks kaasa kistud pöörisest. Laik meenutab vesipüksi. Wilsoni ja Hall'i vaatluste põhjal võis oletada, et laigud on midagi tohutu suurte leegitsevate veekeeriste või tuulepööriste taolist. Hõõguvad gaasid pöörlevad Päikesel nagu hiiglaslikud lehtrid tormava jõe pinnal ja



Päikese laik, mida piiravad faklid.

moodustavad süvendid Päikese pinnal. Näis nii, nagu oleks leitud Päikese laikudele õige seletus.

Paljud teadlased püüdsid kontrollida Wilsoni ja Halli vaatlusi. On selgunud, et mitte kõik laigud ei kao Päikese serva taha, nagu seda nägi Wilson. Niisamuti ei leitud kõigil laikudel tuulepöörist meenutavat liikumist, millist märkas Hall. Lihtne ja selge laikude seletus kutsub juba praegu välja kahtlusi.

Laigud ei püsi kunagi paigal. Nad liiguvad mööda Päikest, muudavad kogu aja oma välimust ja kuju: kord nad laienevad, kord pikenevad, vahel paistab, nagu nihkuks Päikese helendav pind laigu peale, püüdes seda neelata või katta. Üle laigu tõusevad heledad sillad ja jaotavad selle osadeks. Laik väheneb ja lõppeks hajub või upub täielikult.

Kadunud laigu kohal helendavad veel mõne aja pimestavalt tunglad. Need tõendavad, et kuigi laik hävis Päikese sisemuses, ei ole veel saabunud rahunemine. Ja

tõesti mõnikord laik, olles läbi murdnud kestast, tekib uuesti endisel kohal.

Laigud, ümbritsetud faklitest, muutuvad alatasa. See räägib meile, et Päikese peal tekivad mingisugused hiiglaslikud revolutsioonid. Võib-olla on need kohutavad pursked, plahvatused Päikese sisemuses või tuletormid, vesipüksid ja tsüklonid, mis tekivad ta ülemistes kihtides.

Mis laigud on, seda teadlased täpselt veel ei tea. Laigud meenutavad nii tsükloneid kui purskeid.

Mida on näidanud laikude liikumine.

Laigud liiguvad mööda Päikese pinda. Kui laik asetseb täna ta vasemal serval, siis nihkub see järgmisel päeval paremale ja on nädala või paari möödudes juba päikese teisel serval. Mõistagi ei liigu laik ise mööda Päikese pinda, vaid Päike, pööreldes ümber oma telje kannab teda endaga kaasa.

Täheteadlased tahtsid, kasutades laike tähistena, määrata nende abil Päikese pöörlemise kiirust. See ei olnud kerge ülesanne. Osutus, et laigud võivad ka omaette liikuda mööda Päikese pinda. Lõunapoolkera laigud tõusevad ekvaatorini, kuna põhjapoolkera omad laskuvad ka selleni. Kui tekib kaks laiku, siis püüavad nad eemalduda eri suundades.

Laikude eneste liikumised segasid arvutusi ja mõõtmisi. Kuid teadlastel õnnestus siiski eristada laikude eneste liikumisi neist liikumistest, mida see tahtmatult teeb kaasa Päikesega. Nüüdisajal on teaduse käsutuses täpsed andmed meie taevakeha pöörlemise kohta.

Päike pöörleb võrdlemisi aeglaselt ümber oma telje. Ta teeb kahekümne viie ööpäeva jooksul ühe täisringi. Seejuures pöörleb ta teisiti kui Maa, — Päikese eri vööd

liiguvad eri kiirustega. Kui maakera hakkaks äkki pöörlema nii nagu Päike, siis laostuksid kõik meie mandrid, puruneksid raudteed. Algaks maismaa üksikosade igavene rändamine. Tekiks kujutlematu maade, jõgede, järvede, merede segadus ja meil oleks Maa peal väga raske elada.

Troopika-alad hakkaksid liikuma kiiremini kui parasvöö-alad. Ja polaarpiirkonnad liiguksid kõige aeglasemalt. Lühidalt, kõik oleks liikvel. Ja just niimoodi pöörlebki Päike. Piirkonnad, mis asetsevad Päikese pooluste ligidal, teevad ühe täistiiru kolmekümne nelja ööpäevaga. Need Päikese osad, mis vastavad Maa parasvööle, pöörlevad ümber telje umbes kolmekümne ööpäevaga. Päikese keskmine osa — ekvatoriaalvöö — pöörleb kõige kiiremini, nimelt kahekümne nelja ööpäevaga.

Mida see tähendab? Nii ei või liikuda tahke keha. Erinevalt Maast polegi Päike tahke kera, vaid ta on gaasiline keha. Päike on hõõguvate aurude ja gaaside ookean, ja ta tormist, helendavat pinda näemegi läbi tahmaklaasi või teleskoobiga vaadeldes.

On võimatu näha läbi tulelainete pimestava sära, mis sünnib Päikese sisemuses, ta sügavuses. Valgus on liiga tugev ja Päikese pind on läbipaistmatu.

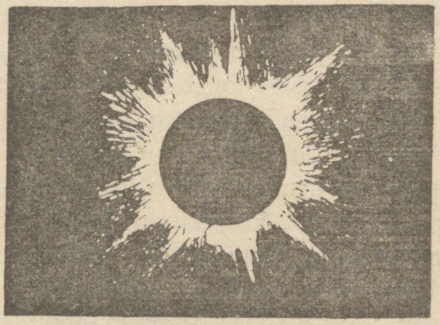
Päikesevarjutused võimaldasid teadlastel näha seda, mis toimub Päikese pinna kohal ja mis ümbritseb teda.

Kuidas Päike pälvis aplausi.

8. juulil 1842. aastal ootasid õpetlased väga huvitavat päikesevarjutust. Täheteadlased valmistusid vaatlusteks ja valisid selleks endile sobivaid kohti. Professor Airy Greenwich'ist sõitis Turini, Otto Struve Pulkovost siirdus Lipetskisse, Arago läks Pariisist Perpignan'i, täheteadlane Baily valis Pavia linna Itaalias.

Baily paigutas oma teleskoobi ülikooli ülemisel korral asetsevasse tuppa. Ta seadis kõik vaatluseks vajalikud riistad korda, avas päeviku vaatluste registreerimiseks ja asus juba hommikul vara enne varjutuse algust vaatluskohale.

Linna elanikkond oli teadlik päikesevarjutusest. Vaatamata varajasele hommikutunnile tungles rahvas



Päikese kroon, kui Päikese peal on vähe laike.

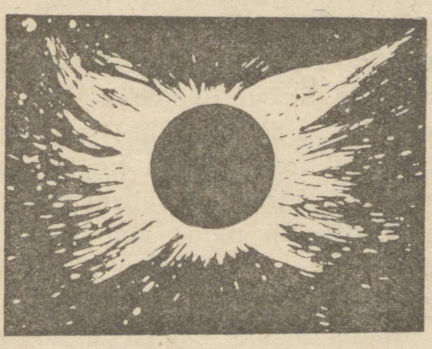
tänaval. Paljud avasid aknad ja istusid rõdudel. Varustatud tahmaklaasidega, ootasid inimesed varjutuse algust.

Tume Kuu ketas nihkus Päikese peale minutilise täpsusega, nagu seda olid ennustanud täheteadlased. Baily oli pidevalt teleskoobi juures, eemaldudes vaid sekundiks, et märkida päevikusse varjutuse aega.

Varsti oli Kuu peaaegu täiesti katnud Päikese. Saabus hämarik. Baily oli parajasti kummardunud päeviku kohale, et sisse kanda vaatluste tulemusi, kui teda segas kõrvulukustav aplaus ja valjud hurraahüüded, mis kostsid tänavalt. Baily ruttas akna juurde, et vaadata, mis on all juhtunud. Kõnniteedel, sõiduteedel, palko-

neil — kõikjal seisid inimesed ja vaatasid taeva poole. Nad näitasid üksteisele midagi ja plaksutasid käsi. Baily vaatas Päikese poole ja kangestus. Ta nägi taevas hämmastavalt kaunist nähtust.

„Ma olin üllatatud avanenud vaatepildist, mis oli hiilgavaim ja toredaim kõigest, mida võib enesele kujutleda," jutustas Baily. „Kuu tumeda keha ümber süttis



Päikese kroon, kui Päikese peal on palju laike.

ere sära — imekaunis kroon. See oli oreool, mille kujundasid sirged heledad kiired. Need olid erinevate pikkustega ja hargnesid lehvikuna laiali. Krooni värvus ei olnud kollane ega ka punakas, ta oli hõbevalge. Ta kiired sätendasid ja virvendasid õrnades pärlivarjundeis."

Baily unustas vaatlused. Ta seisis akna juures ja nautis päikesepärja imekaunist sära.

„Kogu pildi hämmastavaimaks üksikasjaks tuleb pidada kolme suure väljaulatuva moodustise ilmumist," rääkis Baily hiljem. „Need otsekui oleksid kasvanud Kuu serva tagant ja näisid tohutu suurte mägedena. Väljaulatuvate moodustiste valgus oli roosa, meenutades virsiku õite värvuse õrnu varjundeid või kaugete

mägede lumega kaetud tippude sära, kui neid valgustavad loojuva Päikese punased kiired."

Väljaulatuvate osade valgus ei sädelnud ega virvendanud. Väljaulatuvad roosad moodustised tungisid selgesti esile krooni hiilgavas puhtas valges säras. Nad olid nähtavad kuni viimase hetkeni — varjutuse täisfaasini. Niipea kui Päikese esimene kiir tungis Kuu tagant välja, kadusid väljaulatuvad moodustised ühes krooniga jäljetult.

Sedasama nägid Arago, Airy ja Struve. Eriti kaunist pilti võis vaadelda Struve Lipetskis. Varjutuse päeval oli suurepärane ilm. Õhk oli puhas ja selge. Päike seisis kõrgel ja tema kroon säras kogu oma hiilguses. Väljaulatuvad moodustised aga lõkendasid ühtlaselt roosas värvuses. Kõne all olnud moodustisi nimetatakse protuberantsideks.

Hiljem osutus, et Kuu tumeda ketta tagant ei paista mitte üksnes protuberantsid. Niipea kui täisvarjutuse ajal kaob Päikese helendav pind, ilmub Kuu kõrval otsekohe nähtavale õrnroosa sakiline rõngas. See meenutab põlevat steppi. Protuberantsid tõusevad juba sellest rõngast. Teadlased on jõudnud arusaamisele, et Päikese helendava pinna kohal laiub kergete läbipaistvate gaaside kiht. Seda Päikese atmosfääri nimetatakse kromosfääriks. Ta on samuti hõõguv, kuid mitte selliselt nagu Päike ise, mistõttu ta paistabki meile punakana või roosana.

Varjutused abistavad täheteadlasi.

Pole sugugi nii lihtne vaadelda Päikese atmosfääri, protuberantse, krooni ja kõike seda, mis sünnib Päikese läheduses, ilma päikesevarjutuseta.

Meid segab maakera atmosfäär — õhk. Päike valgustab

heledalt Maad. Ülipeened õhukübemed peegeldavad päikesekiiri igas suunas. Eriti tugevasti peegeldavad nad helesiniseid kiiri. Seepärast näemegi selgetel päevadel kaunist helesinist taevast. Tõeliselt pole olemas mingisugust taevast, on vaid Päikese helesiniste kiirte peegeldus. Neis tagasi peegelduvais kiirtes kustubki Päikese tumedam atmosfäär.

Täieliku päikesevarjutuse ajal kaob kogu Päikese helendav ketas Kuu taha. Maakeral saabub pimedus. Sel momendil paistab selgesti Päikest ümbritsev atmosfäär ja kroon.

Teadlased on viimasel ajal õppinud vaatlema Päikese protuberantse ja krooni igal ajal.

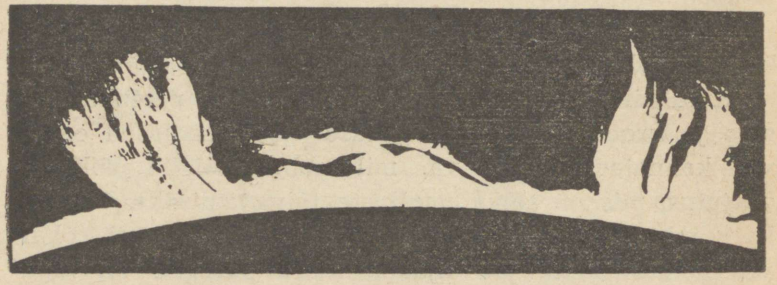
Kuid siiski on palju soodsam teostada protuberantside ja krooni vaatlusi varjutuse ajal. Teadlased ootavad kannatamatult päeva, mil saabub täielik päikesevarjutus, mis on sobiv vaatluste toimetamiseks. Mõnikord juhtub, et varjutuse riba on nähtav ookeani kohal või polaarmaade jääväljadel, kuhu pääseda on väga raske. Varjutused, mis on soodsad vaatlusteks, ei kordu kuigi sagedasti.

Teadlased teevad aastate kaupa ettevalmistusi iga varjutuse puhul. Nad ehitavad instrumente ja võtavad ette ohtlikke, riskantseid reise. Täheteadlased saabuvad väljavalitud kohtadesse mitu nädalat enne varjutuse algust, seavad üles tsölostaadid, fotoaparaadid, teleskoobid, igasugused instrumendid, kontrollivad neid ja teevad harjutusi. Iga teadlane peab ette teadma, mida tuleb tal varjutuse ajal teha. Täheteadlased treenivad püsivalt ja hoolega nagu sportlased otsustavate võistluste eel, sest nende käsutuses on tavaliselt kaks-kolm minutit, mõnikord koguni vähem.

1889. aastal oli täheteadlane Perry Stonyhurstist inglise teadusliku ekspeditsiooni juhiks. Õpetlased sõitsid

üle ookeani ja maandusid Lõuna-Ameerikas. Nad olid valinud töökohaks Cayenne'i. Cayenne on soine madalik, mida meenutab needes igaüks, kes on viibinud seal. Lämmatav troopiline kuumus, sooaurudest läbiimbunud ja kollase palaviku miasmidest küllastunud õhk on tervisele ülikahjulik. Cayenne on olnud kaua kohaks, kuhu saadeti välja sunnitöölisi.

Teadlasi ei peatanud ohud. Nad töötasid ennastsalgavalt, kuid hoolimata kõigist ettevaatusabinõudest haigestus ekspeditsiooni juht Perry. See juhtus just päev



Päikese protuberantsid.

enne varjutust. Kollane palavik murrab inimese otsekohe maha. Haige vabiseb nii, et ta pärast haigusehoogu ei suuda nõrkuse tõttu isegi üles tõusta. Kuid määratu suure tahtejõu pingutusega võitis Perry tõve. Ta tõusis üles, sammus kaaslastest toetatuna kohal olevate vaatlusriistade juurde ja asus oma ülesandeid täitma. Ja Perry viis läbi kõik vaatlused.

Kui Päike ilmus uuesti nähtavale, nõudis Perry, et vaatluste tulemusrikast lõppu tähistataks kolmekordse „hurraaga".

„Mina ei suuda karjuda," sosistas Perry seltsimeestele, „kuid ma viibutan kübarat."

Sõbrad täitsid ta palve ja viisid ta siis laevale. Nad ruttasid, et kiiremini lahkuda ohtlikust kohast ja toimetada Perry kodumaale.

Tohutu ülepingutus purustas Perry tervise. Teel Inglismaale suri ta. Talle jäi teadmata, et neetud kuumus ja soise Cayenne'i niiske õhk olid hävitanud kõik ta ülesvõtted peale ühe — oli säilinud vaid suurepärane pilt Päikese kroonist.

Protuberantside avastamisest on möödunud sada aastat. Teadlased on vaadelnud ja pildistanud väga pal-



Suur Päikese protuberants.

jusid varjutusi ja kogunud kümneid tuhandeid ülesvõtteid. Ülesvõtetelt on näha, et protuberantsid on sageli kujult väga kummalised: nad meenutavad fantastilisi palme, vesipükse, purskkaeve, tulekeeli, vooge ja pritsmeid.

Protuberantsid on tohutu suured. Täheteadlane Royde on vaadelnud protuberantsi, mille kõrgus oli üheksasada kümme tuhat kilomeetrit. Kui selline tulekeel tõuseks üles maakeralt, siis neelaks ta momentselt Kuu ja sööstaks sealt veel viiesaja tuhande kilomeetri kaugusele. Mõni aasta tagasi, nimelt 20. märtsil 1938. aastal, pildistasid teadlased protuberantsi, mille kõrgus oli miljon viissada tuhat kilomeetrit.

Päikese sisemusest purskuvate tuliste ainete fontaanide tõusukiirus on üllatav. Täheteadlane Fényi nägi 1900. aasta 1. juunil, kuidas protuberants purskus viieteistkümne minutiga kolmesaja kümne tuhande kilomeetri kõrgusele. Ta liikumiskiirus oli kolmsada kolmkümmend kilomeetrit sekundis.

19. novembril 1928. aastal ulatus protuberantsi kõrgus üheksasaja kümnetuhande kilomeetrini. Ta liikumiskiirus oli kakssada kolmkümmend kilomeetrit sekundis.

Mõnikord liigub protuberantsi aine kiirusega nelisada kilomeetrit sekundis.

Kõik see tunnistab erakordselt võimsaist tormidest ja pursetest Päikese pinnal. Jõud, mis võib sellise kiirusega välja paisata ilutulestikku, on võrreldav ainult tohutu suure aatompommi plahvatusega. On võimalik, et Päikese sisemuses toimuvadki sellised plahvatused.

Purskuvate protuberantside kõrval on teisigi, rahulikke, mis helendavate pilvedena ujuvad Päikese atmosfääris.

Atmosfääri roosade keelekeste kohal laiub kiirjas kroon. Teadlased pole veel suutnud täiel määral mõistatada seda kummalist sära. On ainult õnnestunud hästi tundma õppida krooni kummalist ja väga muutlikku kuju. Kroon püsib harva rahulikuna ja ühetasasena. Harilikult purskuvad temast pikad kiirtevihud. Neil on mõnikord ka tiibade, lehviku ja poolringide kuju.

Kroon liigub ühes Päikese atmosfääriga. Kus ilmub tulekeel — protuberants, seal tekivad kroonis pikad kiirtevihud. Näib, et iga purse Päikese pinnal kutsub kroonis esile sähvatuse, ja nii see ongi, nagu võib otsustada vaatluste järgi. Nagu helgiheitjast lendab igast Päikese purskekoldest välja kiirtevihk.

Krooni aine on väga kerge ja hõre. Võib-olla on selles üks kübe teisest mitu meetrit eemal. Eks lenda ju

mõnikord komeedid üsna Päikese lähedalt mööda. Nad riivavad krooni ja läbivad seda ennastki, kuid ühegi komeedi liikumine ei aeglustu sellepärast. Krooni hõre aine ei suuda pidurdada komeedi hoogsat lendu.

Veel pole täpselt teada, millest koosneb kroon.

Kõik teadlaste poolt teostatud vaatlused võimaldavad siiski saada mõnesugust kujutlust sellest, mis sünnib Päikese peal. Päikese sisemuses toimuvad kohutavad pursked ja hirmsajõulised plahvatused vapustavad Päikese ainet. Tema pinnal märatsevad leekide keerised ja tulised orkaanid. Tulefontaanid ja hiiglaslikud leegid lendavad sadade tuhandete kilomeetrite kõrgusele. On ilmne, et Päikese temperatuur on haruldaselt kõrge.

Kui kõrge on Päikese temperatuur.

Õpetlased teadsid juba ammu, et Päikese temperatuur on väga kõrge, kuid selle mõõtmine on osutunud ülikeerukaks. Veel möödunud sajandil tehti mitmesuguseid üksteisele vasturääkivaid oletusi Päikese temperatuuri kohta. Ühed oletasid, et Päikese temperatuur on tuhat seitsesada kraadi, teised avaldasid arvamust, et see on kaks miljonit kraadi, kuid ükski polnud veendunud, et tal on õigus. Teadlased ei osanud siis veel mõõta Päikese temperatuuri.

Kuid meie teame, et Maa saab Päikeselt väga palju soojust. Päike hoiab maakera temperatuuri keskmiselt viieteistkümne-kuueteistkümne kraadi kõrgusel. Päikesekiirte toimel kasvavad meie metsad ja rohi, ookeani vesi muutub auruks, moodustades pilvi; päikesekiired põhjustavad tuule ja merehoovuste tekkimist; troopikamaades kuivavad ja kõrbevad ära päikesekiirte

mõjul kõik taimed, hulk loomi peab päevaajal päikesekiirte eest pugema varjuurgastesse.

Teadlased on püüdnud mõõta soojusehulka, mida saadab meile Päike. Kuulsa astronoomi William Herscheli poeg John Herschel oli esimene, kes tegi katset arvutada seda hulka. Ta elas Healootuse neemel ja tegi seal vaatlusi ja katseid. Herschel toimis järgmiselt. Ta kallas täpselt väljamõõdetud veehulga musta põhjaga anumasse, asetas anuma päikesepaistele ja märkis ära aja. Mõne minuti möödudes mõõtis ta vee temperatuuri, et teada, mitme kraadi võrra vesi on soojenenud. Osutus, et päikesekiired olid ühe minutiga soojendanud umbes 1,75 grammi vett ühe Celsiuse kraadi võrra.

Teised teadlased kordasid pärast Herschelit samu katseid ja võisid nentida, et Päike võib ruutsentimeetrisel pindalal soojendada minutis 1,94 grammi vett ühe kraadi võrra. See arv paistab väikesena sellepärast, et kõik suurused on väikesed. Kuid kujutlege Nõukogude Liitu, mis hõlmab ühe kuuendiku maismaa pindalast. See territoorium neelab tohutu suure hulga Päikese soojust. Et asendada Päikest, tuleb süüdata nelisada tuhat hiiglaslikku lõkketuld ja neis igaühes põletada ära tuhat tonni kivisütt minutis. Ainult sellised lõkketuled võiksid anda meile niisama palju soojust, kui annab Päike.

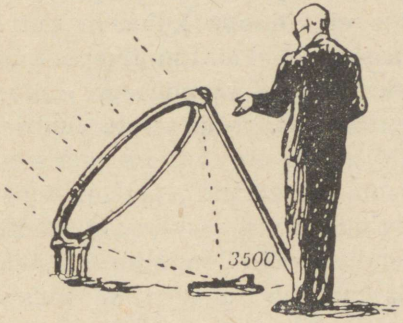
Nõnda oleme saanud teada, kuipalju soojust saab Maa Päikeselt. Kuid arvutada Päikese temperatuuri pole ikkagi veel lihtne. Katsuge, näiteks, lahendada järgmine ülesanne:

Isa annab pojale iga päev ühe rubla. Kuipalju raha on isal?

Mõtelge kas või aasta otsa — ülesanne pole lahendatav, sest pole teada, millise osa oma rahast annab isa iga päev pojale.

Midagi taolist on ka Päikesega. Meie teame, kuipalju me saame temalt soojust, kuid on teadmata, kuipalju tal seda on.

Seda rasket ülesannet püüdis lahendada vene täheteadlane V. K. Tserasski. Ta muretses katseteks hiigla luubi, mille läbimõõt oli üks meeter. Professor Tserasski kavatses korrata lapseea katseid tuleklaasiga. Ta otsustas asetada tuleklaasi Päikese kätte ja koondada päi-



Prof. V. K. Tserasski katse.

kesekiired ühte punkti. Koondatud päikesekiired põletavad paberisse augu, nendega võib puusse monogramme teha.

Tserasski suunas oma hiigla luubi vastu Päikest. Kiired kogunesid koonusekujulisse kimbukesse ja selle otsas hakkas särama Päikese kujutis, suuruselt võrdne viieteistkümnekopikase rahaga. Tserasski algas oma katseid plaatinaga. See on üks raskesti sulavaist metallidest. Niipea kui Tserasski oli asetanud plaatina traadikese tihendatud päikesekiirte sõlme, tõmbus traadike otsekohe kõveraks ja sulas ära, nagu oleks ta olnud vahast. Temperatuur luubi fookuses polnud igatahes

mitte alla tuhande seitsmesaja kraadi (plaatina sulab sellises temperatuuris).

Tserasski hankis Mineraloogia Muuseumist mitmesuguste mineraalide tükke, kõige raskemini sulavaid, mida võis saada. Kõik need mineraalid sulasid kergesti Tserasski luubi all.

Tserasski määras päikesekiirte temperatuuri suurendusklaasi fookuses. See võrdus kolme tuhande viiesaja kraadiga. Järelikult ei või Päikese temperatuur olla alla kolme tuhande viiesaja kraadi. Mispärast? Sellepärast, et Päikese kujutis ei või olla kuumem kui Päike ise. Nii tõestas Tserasski, et Päikese temperatuur ei ole alla kolme tuhande viiesaja kraadi. Aga kui suur see temperatuur on tõeliselt, seda pole luubi abil võimalik teada saada.

Õpetlased on katsetanud veel teisitigi. On teada, et metalli või kivimi värvus muutub, kui neid kuumendada. Nõrga kuumenduse puhul muutub valutükk tume-kirsspunaseks, siis muutub tume värv punaseks, seejärel heledamaks, helepunaseks ja heleroosaks. Kui jätkame kuumendamist, siis muutuvad punakasroosad varjundid oranžiks, need omakorda kollaseks. Kollane värvus omab heledat kullavärvuselist varjundit. Kõrgemat temperatuuri pole me oma laboratooriumides saavutanud. Kuid võib oletada, et edasine värvimuutus toimub vikerkaare värvide taoliselt. Kollane muutub pimestavalt valgeks, millele on omane helesinine varjund. Selleks vajatakse mitme miljoni kraadist temperatuuri.

Tulise keha igale värvusele vastab teatud temperatuur. Meie Päike on kuldkollane. Järelikult võrdub Päikese temperatuur umbes kuue tuhande kraadiga.

Seejärel õnnestus teadlastel rohkete katsete varal kindlaks määrata matemaatiline seadus, mis võimaldas

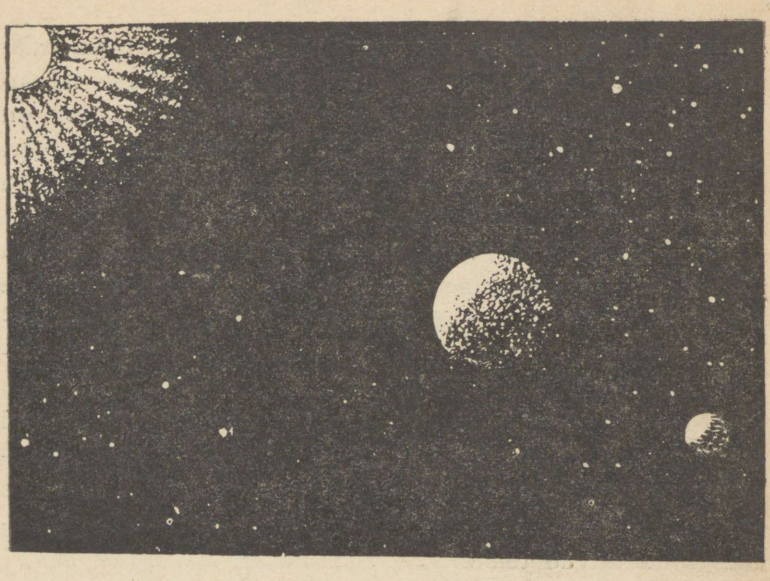
lahendada ülesande, mis paistis olevat algul lahendamatu, ja arvutada Päikese temperatuuri. Ja see lahendusviis andis sama arvu — kuus tuhat kraadi. Praegu arvutavad täheteadlased Päikese temperatuuri neljal eri viisil, ja igakord saadakse ligikaudu üks ja seesama arv — kuus tuhat kraadi.

Päikese sisemuse temperatuur on veelgi kõrgem ja teadlased arvavad selle ulatuvat kümnete miljonite kraadideni. Kui mingi jõud rebiks Päikeselt tema helendava välispinna, siis hakkaks taevavõlvil särama pimestavalt hiilgav helesinine taevakeha.

Mõistagi ei või Päikesel sellise temperatuuri puhul olla ei tahkeid ega vedelaid aineid. Kõik need on muutunud aurudeks ja gaasideks. Päikese sisemuse kuumus on muutnud metallid auruks, kusjuures ained lagundudes muunduvad teisteks.

Päikese peal on veel väga palju arusaadamatut. Kuid inimese uuriv mõistus tungib päev-päevalt üha sügavamale looduse saladustesse ja paljastab üksteise järel ka meie kõige tähtsama taevakeha saladused.

Võib-olla ei peaks niivõrd imestlema seda, et meie ei tea veel Päikesest kõike, kui seda, et teadus on juba praegu suutnud lahendada ja seletada niipalju imelikke ja mõistatuslikke Päikese saladusi.



Lõppsõna.

Taevakehade seadused.

Lendame kujutluses eemale päikesesüsteemist. Tõuseme tähtede poole ja pöördudes ümber heidame pilgu Päikesele ja ta perele. Me näeme päikesesüsteemi tsentris tohutut hõõguvat kuldkollast kera. Ta särab pimestavalt tumedal taevavõlvil. Hõbepärliline kroon saadab kiiri igas suunas.

Ja ümber Päikese, ta elustavais kiirtes, liigub üheksa tütart — planeeti.

Otse Päikese kõrval, peaaegu riivates ta tulekeeriseid, tormab hall ja paljas Merkuur. Tema järel liigub pimestavalt valge kaunitar Veenus. Veenusega võistleja — Maa — hiilgab helesinises säras ja tema lähedal paistab kuldpruun kaaslane Kuu. Veel edasi on näha signaallaternana purpurpunane Marss.

Marsi taga korraldavad ringmängu pisiplaneedid. Nad sõeluvad sülemina planeetide vahel, tunglevad Jupiteri kõrval, jooksevad Marsi ja Maa lähedale ja tormavad edasi oma igaveses tantsus üksteise võidu.

Pisiplaneetide taga liigub majesteetlikult suur kollakas ning pilvedesse mähitud Jupiter. Ta talutab enesega oma perekonda — ühteteistkümmend kuud. Edvistades oma hõbedaste rõngastega ja üheksa kuuga liigub Jupiteri taga teine päikeseperekonna hiiglane Saturn. Ta on niisamasugune kollakas, pilvedega ümbritsetud ja määratu suur nagu Jupitergi.

Veel kaugemal säravad kaks suurt rohekat planeeti — Uuran ja Neptuun. Ja lõppeks paistab vaevalt nähtavana pisike ja mõistatuslik Pluto.

Aeg-ajalt ilmub maailmaruumi hämarusest nähtavale udune pilveke — komeet. Ta tormab Päikese suunas nagu liblikas tule juurde. Iga sekundiga kiirendab komeet oma jooksu, kuni viimaks lööb lahti ilusa saba nagu paabulind. Komeet kihutab hiiglasuure kiirusega Päikese kõrval, pöörab siis ümber ja kaob jälle igavesse pimedusse. Päikese kiirtes säravad üksikud kivid — meteoorid, helendab viirastusliku säraga kosmiline tolm, ja kogu Päike näib olevat ümbritsetud kerge läbipaistva, kuldse suitsuvinega.

Selline on meie päikesesüsteemi üldine pilt. Ta ümber laiub must põhjatu kosmos, asustatud arvutute tähtede-päikeste müriaadidega. Seal säravad kaksik- ja kolmiktähed, suured ja väikesed, hiiglased ja kääbused. Tähti on peaaegu kõigis vikerkaare värvides — oranže, kollaseid, valgeid, helesiniseid ja siniseid. Ühed neist helgivad pideva valgusega, teised vilguvad kui kauged tuletornid, puhkeb särama uusi tähti. Vilguvad tulised udukogud ja mustendavad külma kosmilise tolmu pilved.

See on maailmaruum, suur ja lõpmatu — ääretu kosmos, millel ei ole algust ega lõppu. Tema sügavustes peituvad kütkestavad ja mõistatuslikud saladused, millede eksisteerimisest võime esialgu vaid aimata.

Täheteadus aitab meid tunnetada neid suuri saladusi, ta avab inimpilgule veetlevad universumi kaugused, näitab teisi maailmu, nende lakkamatut tekkimist, arenemist ja hukkumist. Ta avaldab seadused, mis juhivad taevakehade saatust ja nende liikumist.

Täheteadus purustab ebausu ning eelarvamused ja annab inimestele tõeliku kujutluse meid ümbritsevaist maailmadest. Ta näitab, et universumis ei ole midagi igavest ning muutumatut: kõik liigub, kõik muutub, ja iga nähtus, isegi kõige mõistatuslikum, evib oma põhjust. Täheteadus aitab inimkonnal luua kindlat teaduslikku maailmavaadet.

Täheteadus on vanemaid teadusi. Egiptuse papüürostel, hiina käsikirjades, ennemuistseisse haua- ja mälestussammaste kividesse raiutud kirjades on säilinud astronoomiliste vaatluste esimesi märkmeid. Vanimad seni teada olevad astronoomilised märkmed on tehtud aastal 3102 e. m. a., s. o. üle viie tuhande aasta tagasi.

Kaldea, hindu ja egiptuse vaatlejate uurimused koondati kreeka kultuuri õitseajal ühte tervikusse. Kreeklased andsid sellele teadusele ka nimetuse. Nad moodustasid selle nime kahest kreekakeelsest sõnast: esimene — astron — tähendab taevakeha, tähte, teine — nomos — tähendab seadust. Astronoomia — see on „tähtede seadused" ehk „taevakehade seadused".

Kõigi teaduste kuninganna — matemaatika — osutub astronoomia tütreks. Ta tekkis peamiselt aastaaegade vaheldumiste, külvi- ja lõikusaja, ööpäevade, kuude ja aastate arvutustest. Aja jooksul on matemaatikast kujunenud üks tähtsam teadus ja ta on jäänud

astronoomia parimaks sõbraks. Praegu, nagu viis tuhat aastat tagasi, abistab täheteadus ühes matemaatikaga inimest. Võimsate loodusseaduste avastamiste kõrval täidab täheteadus igapäevases elus küll vähe silmapaistvat, kuid väga tähtsat ülesannet.

Tähetornide sügavais keldreis säilitatakse täpne aeg. Klaaskupli all, millest on õhk välja pumbatud, mõõdavad täpseimad kellad lakkamatult sekundeid. Igal selgel ööl kontrollib väsimatu täheteadlane tähtede järgi tõelikku aega.

Merisõitjad, geoloogid, reisijad ja lendurid määravad tähtede ja täheteadlaste poolt koostatud tabelite järgi kindlaks oma asukoha ja orienteeruvad eksimatult ookeanil, kõrbes ja pilvede taga.

Maateadlased, maamõõtjad, kaarditegijad ja suurte kanalite ehitajad ei tule toime ilma astronoomiata.

Täheteadlased aitavad meteoroloogidel koostada õigesti ilmateateid, mis on tihti sõltuvad Päikese pursete hulgast ja jõust.

Ei ole kaugel see aeg, mil esimene kosmiline laev läheb reisile. Inimkonna fantastiline unistus on teostamisel. Teadlased on avastanud uue, seni tundmata võimsusega energiaallika. Inimesed on õppinud vabastama aatomienergiat.

Aatomimootorid viivad kosmilise laeva planeetidevahelistesse avarustesse. Täheteadlased projekteerivad ja arvutavad juba praegu tulevasi reisikavasid Kuu, Veenuse ja Marsi ümber. Nad valmistuvad sellele suurimale teaduse kangelasteole.

Selline on täheteadus. Ta on tähelepanuväärsemaid teadusi, milles ühinevad kuivad matemaatilised arvestused ja fantastilised mõttelennud.

	Päike ☉	Merkuur ☿	Veenus ♀	Maa ♁	Marss ♂
Kaugus Päikesest miljoneis kilomeetrites	—	57,9	108,1	149,5	227,7
Aasta välde Maa aastais	—	0,24	0,62	1,00	1,88
Planeedi pöörlemise välde ümber telje Maa ööpäevades, tundides jne.[1]	25—27 p	88 p.	umbes 30 p.	23 t. 56 m. 4 s.	24 t. 37 m. 22,7 s.
Liikumiskiirus orbiidil km-tes sekundis	—	47,8	35,0	29,8	24,1
Läbimõõt kilomeetrites	1 390 000	4 770	12 300	12 756	7 016
Mass võrreldes Maaga	332 270	1/25	4/5	1,0	1/9
Maht võrreldes Maaga	1 301 000	1/19	9/10	1,0	1/10
Tihedus võrreldes veega	1,4	3,6	4,8	5,5	3,6
Albeedo ehk mitu protsenti päikese valgust peegeldub planeedi pinnal	—	0,07	0,59	0,45	0,15
Raskusjõud ehk mitu grammi kaalub planeedil meie kilogrammi viht	27 941	270	860	1000	355
Kaaslaste arv	9 planeeti	—	—	1	2
Kosmilise laeva väikesim kiirus vastavalt planeedilt lahkudes km-tes sekundis	617	3,6	10,2	11,2	5,0

[1]) Pöörlemisvälde loetakse tähtede, mitte Päikese suhtes. Maa pöörlemisvälde on 3 m. 4 s. võrra ööpäevast, s. o. 24 tunnist lühem. (Vastutav toimetaja.)

planeetide ja Kuu kohta.

Aste-reoidid Ceres	Jupiter ♃	Saturn ♄	Uuran ♅	Neptuun ♆	Pluto PL	Kuu ☾
413,6	777,8	1 426,1	2 869,1	4 495,6	5 907,6	—
4,6	11,86	29,46	84,01	164,78	248,42	—
mitme-sugune	9 t. 50 m.	10 t. 14 m.	10 t. 47 m.	15 t. 48 m.	teadmata	27 p. 7 t. 43 m. 11 s.
17,9	13,0	9,6	6,8	5,4	4,1	—
770	142 745	115 100	57 687	53 000	teadmata	3 476
kõik kokku	318	95	14,5	17,1	9/100 ?	1/83
1/100	1 400	820	92	74	1,0 ?	1/50
—	1,8	0,6	1,3	1,3	?	3,3
0,13	0,56	0,63	0,63	0,73	?	0,07
—	2 450	1 170	920	1 120	?	165
—	11	9	4	1	?	—
0,5	60	36	21	23	?	2,4

Sisukord.

Lk.

Eessõna 3

Esimene peatükk.

Maakera on meie kodu.

Maa on kerakujuline 6
Kus on Maal ülemine, kus alumine pool 8
Millele toetub maakera? 9
Maa pöörleb kui vurr 10
Koht, kus igas suunas on lõuna 15
Kas on võimalik sattuda eilsesse päeva? 16
Kahurimürsust kiiremini 21
Maa telg on kaldu 23
Huvitavad päevad 25
Meie kaaslane 28
Kuu pöörlemine 31
Kas Kuu soojendab? 32
Kuu tuhakarva valgus 34
Must lohe Päikest õgimas 35

Teine peatükk.

Päike ja ta perekond.

Rändtähed 40

Kolmas peatükk.

Jutustusi kangelastest.

Eksiarvamus, mis on teadust aheldanud neliteist sajandit 52
Kopernikuse õpetus 54

Lk.
Giordano Bruno 56
Lillede väljakul 59
Galileo Galilei 60

Neljas peatükk.
Võluprillid — teleskoop.

Leiutis, mida omistatakse Lippershey'le 65
Teleskoobi saladus 68
Kuidas teha luup kaugele nägevaks 70
Millest sõltub teleskoobi hästinägevus ja suurendus? . . . 72
Võistlevad vennad 74
Esimeste suurte teleskoopide ehitaja 77
Kaasaegsed astronoomilised aparaadid 84
Meniskteleskoop 88

Viies peatükk.
Võluprillid.

Milline on Kuu värvus 92
Kummalised rõngasmäed Kuul 94
Kas Kuu pind muutub? 101
Mida näeme Kuul viibides? 103
Planeedist, mis sarnaneb Kuuga 104
Meie maakera kaksik 106
Kuidas näib Maa kaugelt kõrvalt vaadatuna 109
Planeet, kus on võimalik elu 110
Kas Marsil võib elada? 113
Viibime Marsi peal 116
Vaidlus kanalite üle 118
Väikeste planeetide parv 122
Jupiter ja ta pere 124
Planeet kaelusega 129
Uuran, Neptuun ja Pluto 131

Kuues peatükk.
Mis on komeedid?

Komeedipüüdjad 134
Kas komeet võib kokku põrgata Maaga? 137

Lk.
Komeedi saba kummaline käitumine 141
Kelle päralt on komeedid 144
Komeedi hukkumine 145
Miks põlevad kivid 151
Kuidas kasvab maakera 159

Seitsmes peatükk.

Päike.

Päikese peal on laigud 163
Kuidas teadlased vaatlevad Päikest 165
Mida teadlased nägid Päikesel 168
Kuidas tekib Päikese laik 169
Mida on näidanud laikude liikumine 172
Kuidas Päike pälvis aplausi 173
Varjutused abistavad täheteadlasi 176
Kui kõrge on Päikese temperatuur 181

Lõppsõna.

Taevakehade seadused.

Põhiandmed Päikese, planeetide ja Kuu kohta (tabel) **190**

Vastutav toimetaja
T. Rootsmäe.

Tehniline toimetaja
H. Seletus.

Ladumisele antud 17.IX 47. Trükkimisele antud 14. XI 47. Paberi kaust 56×79. 1/16. Trükipoognaid 12 1/4. Autoripoognaid 7,3. Arvestuspoognaid 8,65. MB 05935. Laotihedus trpg. 30800. Tiraaž 5200. Trükikoja tellimus nr. 874. Trükikoda „Noor-Eesti", Tartu, Kastani 38.

М. Ивановский, Семья солнца.

На эстонском языке.
Эгосиздат „Научная Литература", Тарту.

Rbl. 8.75

A
16558
12966

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00395904 8