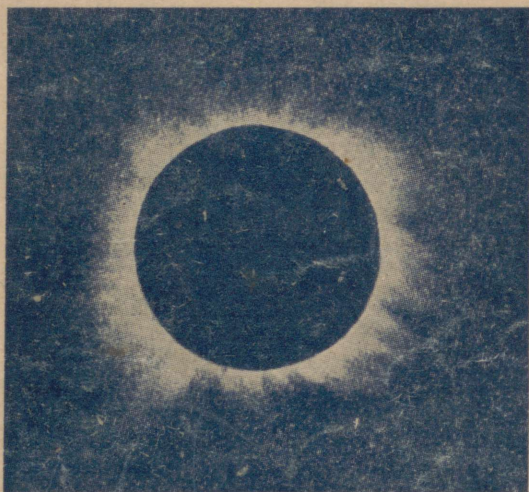


K. L. BAJEV

HARULDASED TAEVANÄHTUSED



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“

HARULDASED TAEVANÄHTUSED

JA NENDE SELETAMINE TEADUSE POOLT

Stenogramm prof. K. L. BAJEV'i
ÜLKNÜ Ramenskoje linnakomi-
tee juures olevas loodusteaduste
lektoriumis ettekantud loengust

Kohustuslik kontrollseksemplar



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“

TARTU, 1945

Tõlgitud teose järgi: К. Л. Баев, Необыкновенные небесные явления и
объяснение их наукой. Издательство ЦК ВЛКСМ „Молодая гвардия“.
Москва 1945.
Tõlkija: S. Vigel.



11636

A-15750

Vastutav toimetaja T. Rootsmäe. Tehniline toimetaja R. Taru. Ladumisele
antud 27. VI 1945. MB 03078. Trükkimisele antud 16. VII 1945. Laotihedus
trpg. 41 968. Trükipoognaid 2. Autoripoognaid 1,45. Arvestuspoognaid 1,78.
Paberi formaat 61×86¹/₁₆. Trükiarv 3200. Trükikoja tellimise nr. 699.

Trükikoda „Hans Heidemann“, Tartu, Vallikraavi 4.

К. Л. Баев, Необыкновенные небесные явления и объяснение их нау-
кой. На эстонском языке. Эгосиздат „Научная литература“, Тарту.

Päikesevarjutused.

Mis on päikesevarjutused? Vaevalt leidub käesoleval ajal kedagi, kes poleks kuulnud nende põhjustest. Hirm täielike päikesevarjutuste eest tekkis vanasti põhjusel, et sel puhul inimesed ei teadnud, kas Päike ilmub taas taevasse või mitte. Arvati, et Päikese valgus võib jäädavalt kustuda ja maad katab pimedus. Vanade kroonikute poolt on üles märgitud iga Päikese „pimenemine“.

Vana-kreeka ajaloolane Herodotos jutustab täielikust päikesevarjutusest, mis leidis aset 25. mail 585. a. e. m. a., järgmist: „Lüüdiälased ja meedlased sõdisid teineteisega viis aastat. Sõda jätkus vahelduva õnnega, kuid kuuendal aastal, kui sõjaväed olid parajasti võitlemas, muutus päev äkki ööks . . . Lüüdiälased ja meedlased, nähes, et öö katab maad, lõpetasid tapluse ja hakkasid sobitama rahu.“ (Käesoleval ajal võib päikesevarjutuse kohta teateid leida igast kalendrist, ja me teame juba ette, millal ja kus täielik päikesevarjutus on nähtav.)

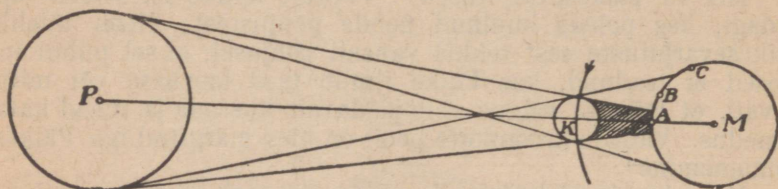
Vanades vene ajaraamatuis ja kroonikais peeti täielikke päikesevarjutusi kohutavaiks ja halbaennustavaiks taevalisteks ilmutusteks. Nii näiteks, kirjeldades 1124. aasta 11. augusti täielikku päikesevarjutust, öeldakse Novgorodi esimeses kroonikas: „Augustikuu 11. päeval enne õhtust jumalateenistust hakkas Päike kahanema ja kadus täiesti. Oli suur pimedus ja hirm! Ja olid näha tähed . . . kui ta hakkas jällegi kasvama . . . kõik, kes olid linnas, said rõõmsaks.“ Nähtavasti valitses 11. augusti 1124. aasta täieliku päikesevarjutuse ajal suur pimedus ja taevast ilmusid isegi tähed nähtavale. Varjutust jälgivate inimeste hirm oli väga suur.

Teisal, samalaadse ajaraamatu ülestähendustes 4. septembrist 1187. aastast loeme: „Selle aasta septembrikuu 15. päeval oli ilmutus: kogu maal valitses pimedus, inimesed olid väga hammaštunud, sest Päike kadus, taevast aga põles, pilved olid tulipunased. Säärased ilmutused ei ennusta head.“ (Varjutuse aja suhtes on kroonik siiski eksinud.)

1560. aasta täieliku päikesevarjutuse ajal olid inimesed niivõrd hirmunud, et ootasid juba maailma lõppu.

Selline ebausku on nüüd peaaegu kadunud.

Millest on siis päikesevarjutus tingitud? Mis katab meie eest Päikese kinni just kui läbipaistmatu kattega? Juba vanad astronoomid mõistsid, milles asi seisab: Kuu asetub meie ja Päikese vahele. Päikesevarjutused on nähtavad ainult neis kohtades Maakeral, kuhu langeb Kuu täis- või poolvari. Kui koht asetseb Kuu täisvarju piirkonnas, siis on selles kohas täielik päikesevarjutus.



Joon. 1. Päikesevarjutuse skeem. Kuu asetub Päikese ja Maa vahele. Tume ala Kuu ja Maa vahel — täisvarju koonus; sellest eemal, näit. B-s ja edasi kuni C-ni on poolvarju piirkond, kus esineb osaline päikesevarjutus; A-s on täielik varjutus.

Paljudes kohtades Kuu ei kata Päikese ketast mitte täielikult, vaid ainult osaliselt. See on Kuu poolvarju piirkond. Seal on varjutus osaline. Kuu tiirlemise tõttu ümber Maa libiseb Kuu vari kiiresti mööda Maa pinda, moodustades oma liikumisega täisfaasi ehk täieliku varjutuse vööndi. Selle vööndi laius on umbes 200 kilomeetrit.

Võib juhtuda, et Kuu täisvari möödub Maa pinnast ja Maad riivab ainult selle poolvari; sel juhul toimub osaline päikesevarjutus. Lõppeks, kui Kuu on Maast kaugel, siis ei suuda ta Päikest täielikult katta. Ta katab vaid Päikese ketta keskse osa, jättes ümber heleda ringi. Sel juhul toimub nn. rõngakujuline päikesevarjutus. Säärased varjutused esinevad üldiselt sagedamini kui täielikud päikesevarjutused.

Jõudnud Maa pinnani, liigub Kuu vari seda mööda väga kiiresti, peaaegu püssikuuli kiirusega (473 meetrit sekundis).

Täieliku päikesevarjutuse kestus on harilikult 1–2 minutit ja see ei ületa üldse 8 minutit. Seepärast peab vaatlusi nendest väga huvitavatest nähtustest, mis esinevad täieliku päikesevarjutuse ajal, toimetama väga kiiresti.

Nagu hiilgav tulevärk süttib varjutatud Päikese ümber; seda on võimalik ka pildistada fotograafiliste teleskoopidega.

Mida võib näha taevaalotuses täieliku päikesevarjutuse ajal.

Vanasti arvati, et täieliku päikesevarjutuse ajal neelab Päikese hiiglasuur lohe või madu. Nüüd aga, kus oleme võinud korduvalt pildistada varjutatud Päikest, võime konstateerida, et pole mingisuguseid lohesid või madusid, kes neelavad Päikese, vaid et varjutuse ajal Päike on kaetud nagu mingi musta ümmarguse kattega — s. o. Kuu keraga.

Varjutuse alates nihkub Kuu oma liikumisel mööda taevast järk-järgult Päikese kettale. Kui Kuu serv (Kuu liigub taeva-võlvil paremalt vasakule, teisiti öeldes — läänest itta) katab teatud punktis Päikese läänepoolse serva, on toimunud, nagu öeldakse, esimene kontakt. Kuu edasi liikudes Päike järk-järgult kattub, kuid alati mitte täielikult. Viimasel juhul tekib osaline päikesevarjutus. Näiteks 21. augusti 1914. aasta päikesevarjutuse ajal oli Moskvas suurim faas (suurim Päikese kattumine) 0,896, s. t. suurima faasi momendil oli peaaegu 0,9 Päikese ketta läbimõõdust Kuuga kaetud.

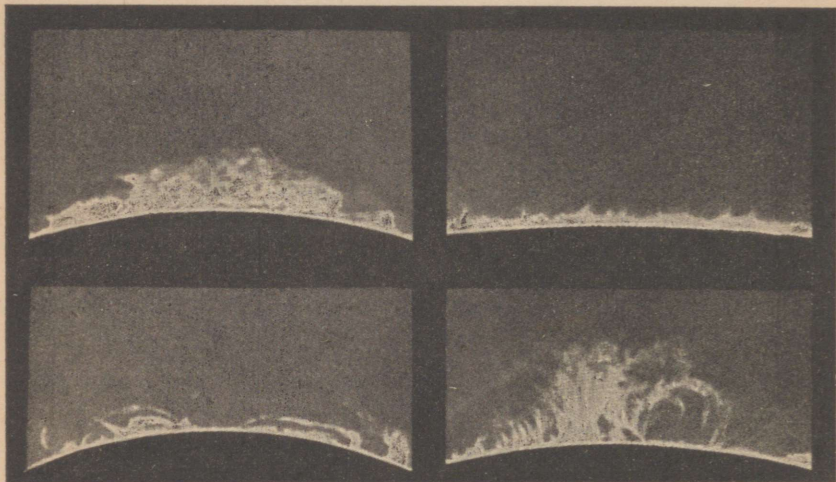
Kui mitte Päikese kogu ketas pole Kuu kettaga kaetud, muutub Päike „noore Kuu“, kuusirbi sarnaseks, nagu seda märgivad paljude vanade kroonikute ülestähendused.

Katab aga Kuu Päikese täiesti, ilmub täielik pimedus, taevas süttivad planeedid ja tähed ning Päikese asemel on näha vaid tumedat ketast, mis on ümbritsetud hõbedase säruga.

Kuulus vene maastikumaalija A. M. Vasnetsov, suur astronoomiaharrastaja, olles jälginud 1914. aasta 21. augusti täielikku päikesevarjutust Feodoosia linnas Krimmis, kirjeldab seda järgmiselt: „Esimene mulje — helesinine oreool Kuu musta ketta ümber... Järgmine mulje, otsekohe esimese järel — liikumatud mittevirkendavad kiired, tulekeeled oreooli keskel valges, kergelt helesinakas-violetses värvuses, mis meenutavad nagu tiibu Kuu ketta kõrval.“ Neid valgeid kiiri, mis ümbritsevad varjutatud Päikest, nimetatakse Päikese krooniks. Aga peale krooni võib täielike varjutuste lühikeste hetkede kestel näha veel teisi nähtusi: 1) Päikese protuberantse ja 2) kromosfääri.

Varjutatud Päikese servadel nähtavaid leegitaolisi moodustisi nimetataksegi Päikese protuberantsideks. Protuberantsid sarnanevad hiiglaslike purskeliste tulede või leekidega. Päikese krooni omapärase vaatemängu kõrval pannakse neid tähele kõigi vaatlejate poolt. Esimest korda pildistati protuberantse 1860. aastal täieliku päikesevarjutuse ajal itaalia astronoomi Secchi poolt Hispaanias, kus toimetati selle varjutuse vaatlust.

Oma ülesvõtteid uurides jõudis Secchi järgmistele järeldustele: 1) Protuberantsid pole optiline pete. Nad kujutavad endast reaalseid nähtusi Päikesel. 2) Protuberantsid on hiilgava, särava aine kogumid. 3) Mõned protuberantsid ujuvad täiesti vabalt Päikese atmosfääris nagu pilved meie maakeral. 4) Protuberantside kõrgus on tohtu suur. Vaatlused näitavad, et nende kõrgus ületab kümme meie Maakera läbimõõtu (Maakera läbimõõt — diameeter on umbes 13000 kilomeetrit).



Joon. 2. Päikese protuberantsid neljal ülesvõttel.

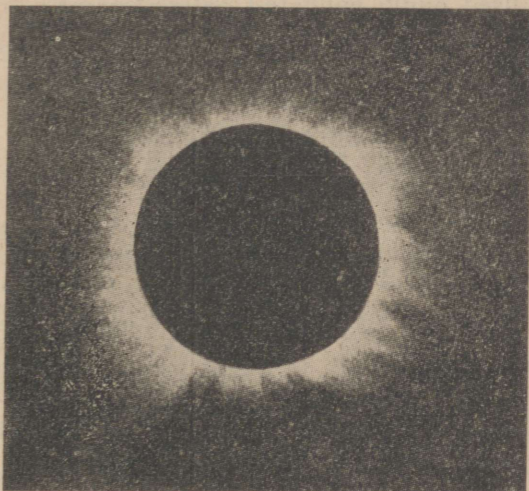
Professor N. P. Barabašev, kes vaatlus 19. juunil 1936. a. täielikku päikesevarjutust Beloretšenskaja jaamas, kirjeldab Päikese krooni ja protuberantse järgmiselt: „Kustub viimane kiir. Saabub õhtuhämarust meenutav pimedus... Hiiglakiirusega libiseb Kuu vari edasi; kõik asjad mähkuvad läbipaistvaise värvustesse, taevast omandab iseäraliku kollakas-hallroheline varjundi. Kuu tumeda ketta servil on näha roosat kromosfääri ja kõrgeid roosakas-kollaseid protuberantse. Smaragdrohekad kroonikiired, meenutades viisnurkset tähte, ulatuvad kaugele Päikese servast...“

Professor Barabaševi kirjelduse järgi olid protuberantsid roosakas-kollased. Mõnikord kirjeldatakse nende värvust punakana.

Protuberantside kõrval mainivad professor N. P. Barabašev ja paljud teised vaatlejad õrna roosakat rõngast, mis ümbritseb

kogu varjutatud Päikese ketast ja mis on otseselt seoses leegitaoliselt tõusvate protuberantsidega.

Seda Päikese õhkkonna (atmosfääri) vööndit, mille üle kerkivad „kroonikiired“ ja „õielehed“, nimetatakse kromosfääriks. Kromosfääri märkas juba 1860. aastal Secchi; ta kõneleb selgesti oma aruandes 1860. aasta varjutuse kohta, et peale selgesti eralduvate ja nähtavate protuberantside on olemas veel kiht samasugust säravat ainet, mis ümbritseb Päikest. See särav punakas või roosakas kiht ongi kromosfäär.



Joon. 3. Päikese kroon.

Niisiis on täieliku päikesevarjutuse lühikeste hetkede vahel Kuu tumeda ketta kõrval näha: 1) kromosfäär, 2) protuberantsid ja 3) kroon. Astronoomid ei tahtnud kaua tunnistada, et protuberantsid on midagi reaalselt, tõeliselt olemasolevat. Prantsuse astronoom Faye näiteks arväs, et mingisuguseid protuberantse pole olemas. Siiski ilmnes, et see pole nii: tehti kindlaks, et Päikest ümbritseb väga komplitseeritud koostisega õhkkond (atmosfäär) ja sellest õhkkonnast tõusevad üles protuberantsid. Oli vajalik selgitada, millised nähtavasti hõõguvad gaasid moodustavad selle õhkkonna. Täielike päikesevarjutuste vaatlemiseks hakati korraldama erilisi kulukaid ekspeditsioone. Need ekspeditsioonid varustati eriliste uurimis-

riistadega ja nende poolt teostatud vaatluste ja uurimiste tulemusena selgitati võrdlemisi kiiresti Päikese protuberantside, kromosfääri ja krooni loomus.

Päike asub meist väga kaugel — peaaegu 150 000 000 kilomeetri kaugusel.

Mida ta siis endast kujutab? Muidugi mitte mingit hiiglaslikku hõõguva metalliga täidetud ääsi või tohutut kollet, milles toimub põlemine.

Võib oletada, et Päike on hiiglasuur hõõguvaist, mittepõlevaist gaasidest koosnev hiigelkera. Eelmise sajandi astronoomide pingutused olidki suunatud selle tõestamisele, et Päikese kromosfäär, protuberantsid ja kroon koosnevad hiilgavaist, tuliseist, mingil juhul aga mitte põlevaist gaasidest.

See teostatigi juba möödunud sajandi jooksul.

Et Päikese protuberantsid koosnevad tõeliselt ainult hõõgivatest gaasidest, selle tõestamiseks on küllalt, kui vaadelda nende spektrit tugeva spektroskoobi abil.

Mis on spekter, seda teab iga koolipoiss. Igal klaasprismal on teatavasti omadus, et Päikese valguskiired ei läbi teda millalgi otseteed, vaid kalduvad alati kõrvale, nagu tõukaks miski neid prisma servalt eemale. Seejuures laguneb valge päikesekiir seitsmeks värviliseks kiireks. Need värvilised kiired ei kaldu ka mitte kõik ühtlaselt prisma aluse poole: kõige rohkem kalduvad violetsed kiired ja kõige vähem — punased, muud värvi kiired aga asetuvad punaste ja violetsete vahele. Niisiis laguneb Päikese valguskiir klaasprisma läbistamisel seitsmeks värviliseks kiireks — komplitseeritud vikerkaarevärviliseks ribaks, mida on kerge prisma abil ekraanile saada ja mida nimetataksegi spektriks.

Valguskiire spektris esinevad alati kõik vikerkaare seitse värvust: punane, ruuge, kollane, roheline, helesinine, tumesinine, violetne ja kõik nende kõige peenemad varjundid.

1859. aastal uurisid teadlased Bunsen ja Kirchhoff hõõgivate aurude ja gaaside spektreid. Iga säärane spekter koosnes üksikuist värvilistest joontest. Selles seisabki üks spektraalanalüüsi põhi-teese: hiilgavad hõõguvad aurud ja gaasid annavad üksikuist heledaist joontest koosneva spektri. Spektris esinevad heledad jooned teatud värvuses on igal gaasil erinevad, mispärast nende järgi on alati võimalik eristada antud hõõguvat auru või gaasi teistest.

Näiteks, kui auru või gaasi spekter koosnes vaid ühest kollasest joonest, siis tähendab see seda, et vaatlesime ainult

naatriumiaurudest spektrit. Hõõguva vesiniku spekter koosneb punasest, rohekas-helesinisest, tumesinisest ja violetsest joonest.

18. augustil 1896. aastal oli Indias nähtav täielik päikesevarjutus. Selleks puhuks sõitis sinna prantsuse astronoom Janssen, kes oli eriteadlane Päikese uurimise alal.

Peale varjutuse algust suunas Janssen oma teleskoobiga ühendatud spektroskoobi ühele eriti hiilgavale Päikese protuberantsile, mis purskus tumeda Kuu ketta tagant. Ta nägi väga heledat spektrit koosnevat üksikuist heledaist joontest. Järeldus sellest oli täiesti selge: Päikese protuberantsid koosnevad nähtavasti hiilgavaist hõõggaasidest. See Jansseni järeldus oli täiesti vastuvaidlematu. Selle põhjal võis isegi viivitamata otsustada — millistest gaasidest.

Päikese protuberantsi spektris särased heledalt järgmised jooned: punane, rohekas-helesinine, tumesinine ja violetne. Nagu konstateeriti, ühtusid need vesiniku spektri joontega. Täheandab, protuberantsis oli külluses vesinikku. Kuid spektris esines veel üks, nimelt kollane joon. Naatriumi joonega, mis on ka küll kollane, see ei ühtinud.

Seega Janssen ja ka teised Päikese uurijad tõestasid, et Päikese protuberantsid koosnevad hõõgguvast vesinikust. See oli tähtis saavutus. Saladuslik kollane joon protuberantside spektris osutus aga pärastpoole erilise gaasi, nimelt heeliumi, mitte aga naatriumi omaks. Maakeral avastati heelium märksa hiljem, nimelt 1895. aastal märtsis kuulsa inglise keemiku Ramsay poolt.

Milleks on astronoomidel tähtis jälgida täielikke päikesevarjutusi.

Vastus sellele küsimusele on pärast ülalöeldut täiesti selge: kui seni täielike päikesevarjutuste vaatlused aitasid meil juba Päikese protuberantside ja kromosfääri saladust selgitada, siis peab lootma, et nad aitavad selgitada ka saladuse Päikest ümbritseva ulatusliku ja võimsa kesta — Päikese krooni kohta, mida võime vaadelda vaid täielike päikesevarjutuste lühihetkedel. Krooni just kui moodustaksid aine joad, mida Päike paiskab laiali igas suunas. Päikese krooni uurimiseks sõidavadki astronoomid täielikke päikesevarjutusi jälgima kohtades, mis on eriti sobivad selliste vaatluste toimetamiseks. Päikese protuberantse ja kromosfääri on praegu võimalik vaadelda igal selgel päeval.

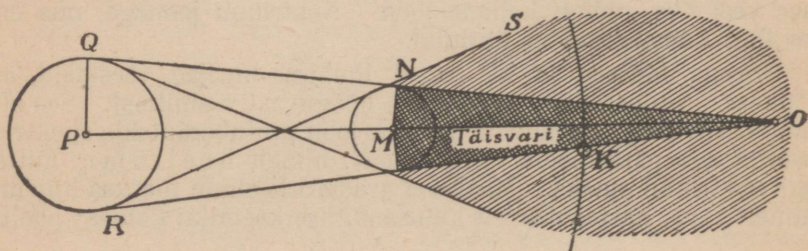
Päike ei kujuta endast lihtsalt hõõguvat gaaskera, vaid väga komplitseeritud taevakeha; tõenäoliselt aitavad just täielike päikesevarjutuste vaatlused tema loomust mõistatada.

Varjutuste ajal astronoomid, varustatud eriliste seadeldistega, püüavad täpse uurimise eesmärgil pildistada Päikese krooni, protuberantse ja kromosfääri ning ühtlasi ka nende spektreid.

Kui lohe neelab Kuu.

(Kuuvarjutused.)

Kuu tiirleb ümber Maa. Liikudes viimase ümber võib ta mõnikord sattuda Maa varju hiiglakoonusesse, s. t. Maa võib teda Päikese eest varjata. Ta kaotab siis korraga oma „valgustuse“ (tõsi küll, mitte täiesti). Täiskuu ajal muutub Kuu taevas halvasti nähtavaks, tekib kuuvarjutus — kas osaline või täielik, olenevalt sellest, kas Maa täisvarju satub kogu Kuu või osa sellest.

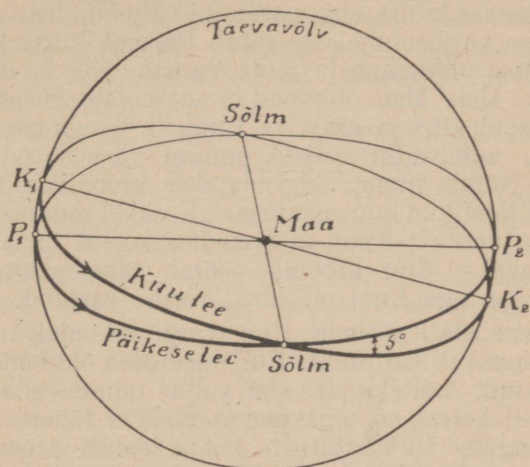


Joon. 4. Kuuvarjutuse skeem. Kui Kuu satub täielikult Maa täisvarju koonusesse, tekib täielik varjutus; kui ta aga möödub täisvarju koonuse serva lähedalt, ei kattu aga täielikult täisvarju koonusega, on varjutus osaline.

Hiinlased arvasid vanasti, et varjutuse ajal hiiglaslik lohe neelab või teeb katset neelata Kuud. Seejuures usuti, nagu oleks võimalik koletist kära ja müraga Kuust eemale peletada. Seepärast hakati seal kuuvarjutuse ajal trumme põristama, et seega Kuu kallale sööstvat lohet eemale peletada. Mis sünnib aga tegelikkuses? Kuu ei tiirle ümber Maa mitte selle ekliptika tasapinnas (s. o. Maa orbiidi tasapinnas Maa tiirlemise teel ümber Päikese), vaid tasapinnas, mis moodustab ekliptika-tasapinnaga $5^{\circ} 8'$ -lise nurga. Kuu orbiidi lõikumispunkte ekliptikaga nimetatakse sõlmedeks. Neid sõlmi on kaks: alanev ja tõusev. Argem unustagem, et Kuu liigub mööda

oma orbiiti paremalt vasakule (vastupäevases suunas), mispärast Kuu, olles oma tõusvas sõlmes, ka tõeliselt „tõuseb“ ehk, teisiti öeldes, tõuseb „üles“ mööda oma orbiiti.

Isegi tõusva ja alaneva sõlme märgid (alanev sõlm — kus Kuu järk-järgult laskub „alla“, ekliptika tasapinnast allapoole) märgistavad lohe saba. Kuni käesoleva ajani nimetatakse ajavahemikku, mis on kahe teineteisele järgneva Kuu orbiidi tõusvast või alanevast sõlmest läbimise vahel, Kuud neelava lohe (draakoni) auks draakoniliseks kuuks. Draakonilise kuu pikkus on 27,212 päeva, see on umbes $27\frac{1}{5}$ päeva.



Joon. 5. Sõlmpunktid.

Maa varju koonus on hiiglasuur, kuid Kuu ise on suhteliselt väike. Kaugusel, mis on võrdne Kuu kaugusega Maast (keskmiselt võrdub see kaugus 384 400 kilomeetriga), on Maa varju koonuse läbimõõt ligikaudu 10 000 kilomeetrit, teisiti öeldes, see ületab $2\frac{1}{2}$ -kordselt Kuu läbimõõdu. Järelikult võib Kuu terveni kaduda Maa varju koonusesse ja muutuda sealäbi peaaegu nähtamatuks, aga seda ei juhtu kaugeltki alati, sest Kuu liigub tasapinnas, mis on ekliptika-tasapinna suhtes kaldu.

Ja siis, täiskuu ajal, kui Kuu asetseb vastu Päikest ja mitte kaugel ühest sõlmest (oma ja Maa orbiidi lõikepunktist), hakkab ta korruga kattuma mingi pruuni või tumepruunika looriga. Teinekord muutub ta aga järk-järgult peaaegu punaseks. Säärast Kuu värvusemuutmist, punaseksminekut kirjeldati tihti vanades kroonikates. Näiteks märgib 1248. aastal vene

kroonik: „Kuul oli nähtav ilmutus, see oli üleni verine ja kadus.“ Seejärel nendib kroonik ka õnnetuse, mida see kurjaendeline ilmutus ennustas: „Samal suvel tsaar Batõi algas oma malevaga pealetungi...“

Kuu „kadus“, nagu väljendab kroonik; peale selle paistis silma ta „verine“ värvus.

Mõtisklegem meiegi vana krooniku sõnade üle. Miks muutub Kuu varjutuse ajal punaseks?

Kuu satub Maa varju koonusesse ainult siis, kui ta asetseb oma orbiidi sõlme lähedal. Seda on kerge taibata, meenutades Maa varju koonuse laiust, ehk, paremini väljendudes, selle „paksust“. Sellesse varjuruumalasse satub Päikese kiirte kimpe, mis on läbinud Maa õhkkonna ja mida viimane pole suutnud täiesti absorbeerida. Meie Maa õhkkond ei neela (absorbeeri) peaaegu sugugi punaseid kiiri ja osalt ka ruugeid. Seega need, sattudes Kuu pinnale, annavadki sellele punase värvuse ja Kuu näib „verisena“. Nõnda nimelt kirjeldatakse kroonikas 1471. aasta 27. novembri täielikku kuuvarjutust: „Keskööl polnud taevas pilvine, ja nagu veri oli Kuul, ja pimedus kestis kaua, valgenes vaid vähehaaval.“ Siin kroonik pöörab tähelepanu sellele, et taevas oli selge, aga Kuul oli siiski verine varjund.

Kuid mitte alati ei oma Kuu varjutuse ajal tumepruuni, pruuni või punakat varjundit. Kui meie Maa õhkkond on millegagi segastatud, näiteks tas on palju tolmu, siis näib Kuu mustana. Sel korral on teda taevas raskem tähele panna. Ka säärase „süngete“ kuuvarjutuste kohta leidub kroonikais teateid. Näiteks on käsitletud 10. märtsi 1476. aasta täielikku kuuvarjutust: „Märtsikuu 10... hakkas kuu kahanema ja kadus täiesti, ta polnud nähtav keskööni ja siis ilmus jällegi.“ Mär-gime, et 1642., 1761. ja 1816. aasta täielike kuuvarjutuste ajal peaaegu polnudki Kuud taevas näha.

Kuuvarjutused juhtuksid igas kuus, kui Kuu liiguks samas tasapinnas kui Maa ümber Päikese, teisiti öeldes, kui Kuu orbiidi tasapind ühtiks Maa orbiidi tasapinnaga (ekliptika-tasapinnaga); sellist ühtesattumist siiski ei ole, sest Kuu orbiidi tasapind, nagu juba öeldud, on Maa orbiidi tasapinna (s. o. ekliptika) suhtes 5° 8' võrra kaldu. Mitte alati ei asetse Kuu täiskuu ajal Päikese ja Maaga samal sirgel. Seepärast just ei satugi Kuu igakord täiskuu ajal Maa varju koonusesse. See võib juhtuda ainult siis, kui Kuu asetseb ühe oma sõlme lähedal (vt. eespool). Kuu võib osutada Maa varju koonusest kas ülal- või allpool olevaks ja sellesse mitte sattuda. Mõistagi ei teki siis mingisugust varjutust. Järelikult on kuuvarjutused (nagu päikesevarjutusedki)

üldiselt üsna haruldased nähtused. Nii oli viimaste aastate jooksul täielikke kuuvarjutusi näha 3. mail 1939. a. ja 3. märtsil 1942. a.

Täielikud päikesevarjutused kestavad ainult mõne minuti (1—2 minutit, maksimaalselt 8 minutit), kuna aga täielik kuuvarjutus võib kesta kuni $1\frac{3}{4}$ tundi.

Ebaharilikud taevakehad — komeedid.

Võrdlemisi väga harva ilmub taevavõlvile ebatavalisi taevakehi — komeete ehk sabatähti, mis äratavad tähelepanu oma välimuse tõttu: neil on peaaegu alati kummaline lisand — saba. Sõna komeet on tuletatud ladinakeelsest sõnast *coma*, mis tähendab „juuksed“, „lakk“.

Eelmisel sajandil oli näha mitu selgesti piiritletud pika sabaga komeeti. Näiteks oli üks selline nähtav 1858. aastal. Selle komeedi kergelt kõverdunud saba pikkus ulatus 30° -ni. Ta ootamatu ilmumine tekitas palju jutte ja isegi mõttetuid kartusi. Komeedid oma ebatavalise välimuse tõttu, tänu oma ilmumise ootamatusele ja sageli, nagu näis, tohutule suurusele, on kõigil aegadel olnud üldise imetluse ja hirmu esemeiks. Astroloogid kasutasid komeetide ootamatut ilmumist halbaennustavateks ettekuulutusteks. Komeetidele omistati kahjulikke mõjustusi ja igasuguseid hädasid, nagu nälg, katk, sõjad, uputused; mõne keisri, kuninga või paavsti surma põhjuseks peeti samal ajal taevas helendava komeedi mõjustust. Seepärast kirjeldatakse vanades ajaraamatuis ja kroonikais hoolikalt iga komeedi ilmumist.

Vene kroonikais leiame esimese kirjelduse komeedi ilmumise kohta 1066. aastast. Lavrenti kroonikasse on sel aastal tehtud järgmine sissekanne: „Samal ajal oli läänes ilmutus, koletu suur täht, mille kiired meenutasid verd, tõusis õhtul päikese loojakul ja oli nähtav 7 päeva, see aga ei tähenda head: selle järel oli siis palju võitlusi ja paganate retki Vene-maale, sest see, et täht oli verine, tähendas verevalamist.“

Selle komeedi saba võis nähtavasti vaadelda õhtuse eha foonil, mis pärast kroonikas räägitakse hiigeltähe „veriseist“ kiirtest.

Kroonikais leidub ka märkmeid komeedi ilmumise kohta 1378. aastal kuulsa Kulikovo lahingu eel: „Oli ennustus, paljude ööde kestel ilmus taevasse säärane ilmutus idas, varajase koidu eel, sabaga täht, odataline, mida võis näha eha- ja koiduajal. See ilmutus ennustas Tahtamõši kurja retke Vene pinnale ja sõjahäda rahvale.“

1456. aastal varsti pärast Konstantinoopoli langemist ilmus kohutavalt suur komeet, nagu kirjeldasid kroonikud. Ta ilmumine pani kogu Euroopa kohkuma. Türklastele näis ta ristina, kristlastele — türgi kõvera mööganana. Ta pikk saba laius 60^o-ni, ta suurus ja kuju muutusid tihti. See olevat meenutanud paabulinna saba, milles loendati 30 kuni 100 haru. Saba kattis Lõvi



Joon. 6. Donati komeet aastal 1858. Hele täht komeedi peast paremal on Arktuurus. Vasemal kõrgemal — Põhjakroon.

ja Vähja tähtkuju, kuna samal ajal ta pea, s. t. ta heledaim osa oli Kaksikute tähtkujus. Vene kroonikais eimainita siiski 1456. aasta suurt komeeti. See oli nähtav juunikuus valgete ööde ajal. Seejuures ta suurepärasest saba polnud peaaegu näha valge suveöö taustal. Ka hiina kroonikad kirjeldavad 1456. aasta komeeti kui ainult „keskpärase suurusega“ täevakeha. Paavst Calixtus III käskis korraldada keskpäeviti erilisi palvusi igasuguste õnnetuste vältimiseks, mida pidi ennustama komeedi ilmumine

1456. aasta „jube“ komeet oli üks Halley komeedi ilmumisi (vt. allpool).

Erakordselt pikk saba oli 1843. aasta kevadel ilmunud komeedil. Teda võis näha Päikese lähedal isegi päeval. Mingeid sõdu 1843. aastal Euroopas ei olnud. Siiski arvati, et komeet avaldab erilist mõju viinamarjasaagile. Hispaanias nimetatigi veini, mis oli valmistatud selle komeedi nähtavuse ajal küpsenud viinamarjakobarate mahlast, „komeedi veiniks“. Nüüd on nähtavasti komeetide ilmumisega seotud ebausku läinud legendide valda. Meie teame, et komeedid on samasugused kosmilised kehad nagu planeedidki. Ainult et nende orbiidid ei sarnane ringidega, vaid on väga pikergused. Inglise astronoom Halley tegi kindlaks, et komeet, mida ta vaatles 1682. aastal, liikus märgatavalt pikergusel ellipsil. Nagu inglise astronoomide Cowell'i ja Crommelin'i täpseimate arvutlustega on kindlaks tehtud, ilmus sama komeet 467., 240., 163., 87. ja 12. aastal enne meie ajaarvamist, ja edasi — 66., 141., 218., 295., 373., 451., 530., 607., 684., 760., 837., 912., 989., 1066., 1145., 1222., 1301., 1378., 1456., 1531., 1607., 1682., 1759. ja 1835. aastal meie ajaarvamise järgi. Ajaloo kronoloogia harrastajad leiavad selles loendis palju huvitavaid daatumeid: näiteks 451. aastal toimus kuulus lahing hunnidega Katalaunia väljadel, kusjuures hunne juhtis Attila, nimetatud „jumala nuhtluseks“. 1378. aasta komeeti võime meenutada komeedina, mis ilmus Mamai (Kulikovo) lahingu eel, jne.

Kordame: Halley komeedi orbiit peaks järelikult olema kinnine kõverjoon, pikergune ellips, aga mitte lahtine kõverjoon, parabool, mille kaks haru lähevad maailmaruumi lõpmatusse. Mõned komeedid, otsustades nende orbiitide arvutuste järgi, liiguvad siiski paraboolidel, s. o. liginevad meile ja kaovad siis jällegi kosmilise ruumi kaugematesse sügavustesse.

Selles suhtes moodustab Halley komeet erandi: liikudes mööda kinnist orbiiti kuulub ta ühes planeetide perega Päikese alaliste kaaslaste hulka. Inimsoo mälestuse järgi on ta pöördunud Päikese juurde tagasi mitte vähem kui 30 korda, ja järelikult 30 korda läbis ta periheeli ehk päikeselähise — oma orbiidi punkti, kus ta asub Päikesele kõige ligemal. 1682. aastal ennustas Halley selle komeedi taasilmumist 1758. või 1759. aastal. Selle komeedi Päikese juurde ilmumise (1758/59. a.) eelarvutustega tegeles kuulus prantsuse matemaatik Alexis Clairault, keda seejuures aitasid Lalande ja naisõpetlane Hortense Lapeaute. Hortense Lapeaute'i nime jäädvustas Pariisi Teaduste

Akadeemia seega, et andis nimeks „hortensia“ senitundmatule taimetele, mille Legentil tõi Indiast Euroopasse.

1835. aastal vaatlesid komeeti mitu astronoomi, nende hulgas ka astronoom W. Struve¹⁾, kes hiljem oli vene kuulsal Pulkovo observatooriumi direktoriks. See observatoorium on nüüd purustatud saksa vandaalide pommide ja suurtükimürskude läbi. W. Struve, vaadeldes Halley komeedi peas nagu mingisuguse hiilgava aine väljavoolu nähtust, tuli tähelepandavale järeldusele „Päikeses oleva eemaletõukava jõu“ olemasolu kohta.

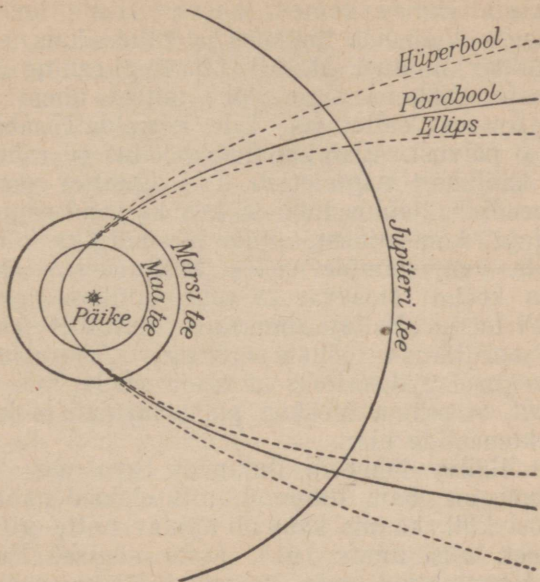
Õeldut täpsustades: jõud, mis väljub Päikesest, tõukab tugevasti eemale komeedi saba gaasi- ja tolmuosakesi, mis lõpptulemusena ongi komeedi nähtavaks sabaks. Ümber Päikese tiirleb komeet siiski peaaegu ainult selle külgetõmbejõu mõjul. Nagu esmakordselt tõestas kuulus Isaac Newton oma töös „Naturaalfilosoofia matemaatilised alused“²⁾, liiguvad kõik komeedid kas ellipsil või paraboolil, s. o. kas kinnisel kõverjoonel või pikergusel lahtisel kõverjoonel, mille harud kulgevad maailmaruumi lõpmatusse. Päike asetseb ellipsi ühe otsa või parabooli selle punkti lähedal, kus ühinevad ta mõlemad lõputud harud. Neid punkte nimetatakse fookusteks. Sama Päikese külgetõmbejõud, mis paneb planeedid tiirlema ümber Päikese, mõjutab ka komeetide tuumi. Me eristame komeedis kolme osa: tuum, pea ja saba. Tuum on pea heledaim osa. Ta meenutab heledat tähte või planeedi ketast. Tuuma kestal, millest tuum läbi paistab, on paraboolne, ümmargune piirjoon. Komeedi saba kasvab kõige pikemaks harilikult hetkeks, mil komeet läbib oma orbiidi periheli ehk päikeselähise. Pärast seda hakkab saba vähenema ning kaob enamasti täiesti. Kuigi komeedid näivad tohutu suurtena ja nende keskmised läbimõõdud küünivad paljudel juhtudel 130 000 kilomeetrini (teisiti öeldes, nad on planeet Saturni läbimõõdust suuremad), on nende massid siiski tühised, ainult $\frac{1}{10^{10}}$ Maakera massist. Planeetide massidega võrreldes on see täiesti tühine suurus.

Sellest järeldub, et vaatamata oma tohutule suurusele koosnevad komeedid võrdlemisi väikestest kõvadest aineosakestest (tuum) ja äärmiselt hõredatest helendavatest gaasidest (pea ja saba). Nagu seda täpselt tõestas vene astronoom F. A. Bredihhin, tekivad komeetide sabad Päikese tõuketungi mõjul.

1) W. Struve, täheteadlane, oli 1818.—1839. a. tähetorni direktoriks ja professoriks Tartus. Toim. märkus.

2) See raamat ilmus trükist 1687. aastal.

Nüüd teame kindlasti, et see tung mõnikord ületab mitmekümne- ja isegi mitmetuhandekordselt Päikese külgetõmbejõu. Komeetide sirged sabad tekivad tõuketungide jõul, mis on pea-aegu 22 korda tugevamad Päikese külgetõmbejõust (taoti isegi suuremad), tugevasti kõverdunud sabad aga — tõuketungide mõjul, mis on ainult 1,5—2,5 korda suuremad Päikese külgetõmbejõust.



Joon. 7. Mitmesugused komeetide teede kujud — ellips, parabool, hüperbool.

Kas peavad komeedid meid kohutama? Praegusel ajal näib hirm komeetide eest täiesti põhjendamatu. Kuid siiski 1910. aastal, kui oli oodata Maa läbimineku Halley komeedi sabast, kerkisid kõik komeetide ilmumisega seotud kartused taas esile. 1910. aasta aprillis lähenes Halley komeet Maale. Ta saba näis helgiheitja hiiglakiirena. Oli ette välja arvatud, et sama aasta 19. mail möödub komeet Päikesest, ja siis juhul, kui komeedi saba on sirgjooneline ja küllalt pikk, võib Maa tõeliselt sukelduda selle äärmiselt hõredasse massi ja viibida selles arvatavasti mitu tundi¹⁾.

¹⁾ Ärgem unustagem, et komeedi saba on suunatud alati Päikesest eemale.

Meie ei tea tänapäevani täpselt, kas Maa läbis komeedi saba või mitte; me teame aga, et komeedi saba oli Maale küllalt lähedal. Muidugi vaadeldi tol ajal eriti hoolikalt mitmesuguseid erakordseid nähtusi taevaalaotuses, aga midagi eriti harukordset polnud siiski näha. Võis tähele panna ainult tugevaid halonähtusi, s. o. heledaid rõngaid Päikese ja Kuu ümber. Need on aga nähtused, millel pole midagi ühist komeetidega. Kui 1910. aastal Halley komeet lähenes Maale, levis mahajäänud tsaariaegse Venemaa linnades ja külakolkais hulk pööraseid ebausklikke kuuldusi. Mõeldi välja isegi eriline „lausumine“ komeedi vastu. Näitena olgu väike tsitaat ühest tolleaegsest ajalehest: „Ärevus Vetluugas. Eile korraldati sabatähe ootel linna tänaval palvusi. Elanikkonnal möödus öö rahutult.“

„Kuid kahjuks,“ nagu ütleb K. I. Ignatjev oma raamatu-keses „Komeedid“, „leidis inimesi, kes keelasid populaarteaduslikud loengud komeetidest, mille eesmärgiks oli pimedate rahvamasside valgustamine selles küsimuses.“ Muude loengute hulgas keelati Moskvas ka selle lühikese loengu autori K. L. Bajev'i loeng „Halley komeedist“, mille ettekandmine oli kavatsetud aprillikuus tööliste õpiringis „Taevalaotuse tundmine“. Praegusel ajal, selleks et teada saada, mis on komeet, piisab sellest, et minna Moskva planetaariumi ja kuulata seal ettekannet komeetide üle.

Pärast Halley komeedi ilmumist 1910. aastal pole teisi heledaid komeete enam ilmunud, mis oleksid nähtavad olnud NSVL-s. Tõsi küll, kaunis kaua oli nähtav mitte eriti hele Delavan'i komeet, mis ilmus 1914. aasta sügisel. Prantsusmaal nimetasid rahvamassid seda komeeti „sõjakomeediks“ ja selle ilmumine seostati Marne'i lahingu Prantsusmaale soodsa tulemusega.

Tähtede langemine. Tähesajud. Tulikerad (boliidid).

Vene vanades kroonikates räägitakse tihti tähtede langemisest taevast. Näiteks Lavrenti ajaraamatus on märgitud 1202. aasta kohta: „Taevas oli tähtede sadu, tähed langesid maha.“

Möödunud sajandil võis korduvalt tähele panna ulatuslikke tähesadusid. Nõnda esinesid 1872. ja 1885. aastal suurepärased tähesajud, kui Maa läbis Biela komeedi orbiidi (tee); see komeet avastati 1826. aastal Austria astronoomi Biela poolt. Astronoomide arvutuste järgi pörkas Maa 1872. ja 1885. aastal Biela komeediga

kokku. Selle kokkupõrke tagajärjeks olid ulatuslikud tähesajud. 1885. aastal pandi langevaid tähti tähele sellisel arvul, et taevas näis leegitsevana — need lendlesid nagu tulised raketid taevas. Möödunud sajandil nähti tähesadusid veel 1833. ja 1866. aastal ja seejuures alati 11.—13. novembri paiku. Ajalooliste teadete alusel kroonikaist konstateeriti, et 1833. ja 1866. aasta tähesajud olid perioodsed nähtused: nad kordusid ligikaudu 33,3 aasta järel. Igal korral lendasid langevad tähed välja teatud punktist taevavõlvil, mis asub Lõvi tähtkujus.

Muidugi ei langenud tähed mitte taevast. Tähed on teatavasti meist kaugel asetsevad päikesed, s. t. hiiglaslikud hõõguvad gaasilised kehad, nagu seda on meie Päike. See, mida tavaliselt nimetatakse „langevaks täheks“, on lihtsalt pisike kõva kehake, mõnikord isegi ainekübe, mis on sattunud meie Maa õhkkonda. Need kehakesed ja kübemed tormavad kosmilisest ruumist külgetõmbe mõjul Maa poole. Seepärast hakati juba eelmisel sajandil „langevaid tähti“ meteorideks nimetama. Novembrikuu meteore kutsutakse leoniidideks¹⁾, sest radiant (punkt taevafääril, kust nad ilmusid) asetseb Lõvi tähtkujus.

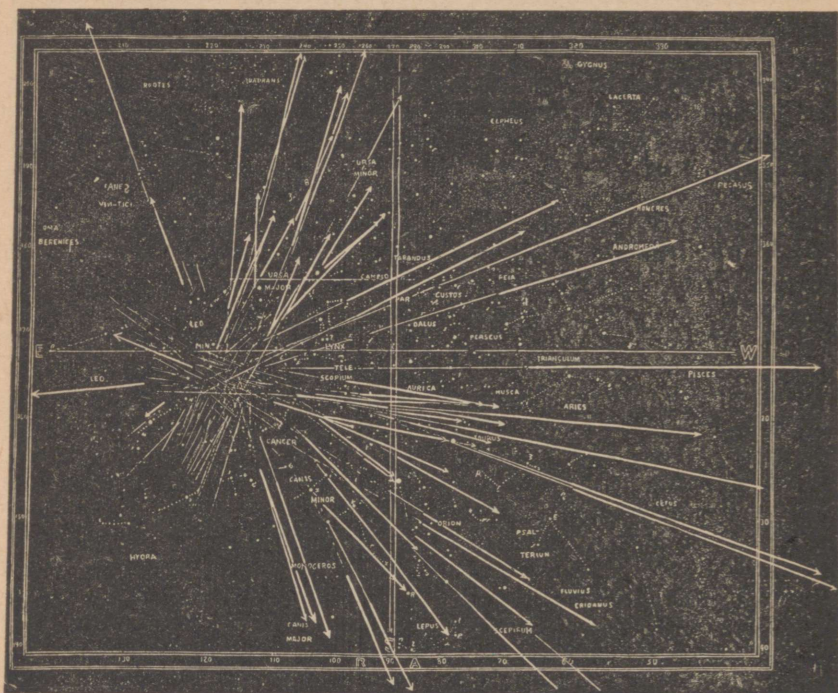
Mispärast näivad meteorid välja lendavat ühest ja samast taevavõlvi punktist (radiandist)? Meenutagem: kaks paralleelset rööbast raudteetammil näivad meile kauguses kokku jooksvat. Sama nähtust võib kohaldada ka meteoridele, mis parvede, pilvede kaupa lendavad meie õhkkonda. Meteorid lendavad Maa poole mööda paralleelseid teid ja nende jõudmisel Maa õhkkonda ainult paistab meile, nagu oleksid nad välja lennanud ühest piiritletud kohast taevavõlvil. Lennates Maakera õhkkonda väga suure kiirusega, mitukümmend kilomeetrit sekundis, hakkavad nad õhus kiire liikumise tõttu kiirgama, mispärast nad maapinnalt paistavadki meile heledate tähekestena, mis nagu langeksid taevast, jättes enese järele heledaid viirge.

Mis on meteorid? Juba eelmisel sajandil väljendasid itaalia astronoom Schiaparelli ja vene astronoom, Moskva ülikooli professor F. A. Bredihhin arvamust, et meteoride parvi eritavad komeedid.

Meenutagem, et komeetide tuum pole muud kui pisikeste kehakeste kuhjumine. Nii oletasid Schiaparelli ja Bredihhin, et meteoriidid, mis moodustavad komeetide tuuma, komeedi ümber Päikese liikudes hajuvad järk-järgult laiali kogu komeedi orbiiidil. Tekib nagu mingisugune elliptiline rõngas, mis koosneb

¹⁾ Tuleb ladinakeelsest sõnast *leo* — „lõvi“, millest antud juhul meteoride nimetus — leoniidid.

meteoridest ja mida aasta teatud päeval läbib meie Maa oma liikumisel mööda orbiiti. Maa, saabudes aasta teatud päeval oma orbiidi ja säärase elliptilise meteoride rõnga lõikepunkti, kohtab muidugi alati teatavat hulka meteore. Ta tõmbab nad oma õhkkonda.



Joon. 8. Leoniidid. Ilmunud meteoride trajektoorid on taevakaardile joonestatud noolekestena. Kui neid noolekesi liikumisele vastassuunas pikendada, siis nähtub, et meteorid väljuvad peaaegu ühest kohast, nn. radiandist.

Kohtab Maa väga võimsat meteoride kogumit, siis näeme õösi tähesadu. Sama juhtub ka Maa otsesel kokkupõrkel komeedi tuumaga, nagu see sündis 1872. ja 1885. aastal, mil Maa põrkas kokku Biela komeediga.

Seega tähesadudes pole tõesti midagi ebatavalist. See, mida meie näeme, polegi tähe-, vaid meteoride sajud. Ivanovo oblasti ajalehe „Kolhoznõi put“ („Kolhoosi tee“) külakirjasaatja A. Udalov kirjutas Moskva planetaariumile adresseeritud kirjas

oma tähelepanekutest 9. oktoobri 1933. aasta tähesaju üle järgmiselt: „Õõ oli erakordselt selge. Paljud juba magasid. Kuulsin jutuaajamist ja astusin majast välja. Umbes tosin inimesi vaatles taevast. Tähesadu oli niivõrd küllane, et näis, nagu langeksid kõik tähed põhja suunast lõunasse. Mõned ebausklikud inimesed palvetasid ja olid hirmul, sest nad polnud seni näinud säärast imet.“

Nüüd me teame, et tähesaju nähtuses pole mingit imet.

Ammusest ajast teati, et taevast langevad ka mingisugused tulikerad. Nende „tulikerade“ teaduslik nimetus on boliidid.

Mis on boliit? See on hele langev täht, mis meenutab hõõguvat keha. Vahel läbib boliit nagu piksemürina saatel meie õhkkonna mitmesugused kihid. Teatud lühikese ajavahemiku järel ta kaob, jättes oma liikumisteel peenimaist hõõguvaist kübeleist tolmu jälgi. Boliiti võib, olgugi et ta esineb väikese keha kesena (ütleme kirsimarja- või kreeka pähkli suurusena), võrrelda tema suure liikumiskiiruse tõttu lendava kahurikuuliga.

Säärane mürsk, liikudes üsna kiiresti, tekitab lennul erilisi häälelaineid, mis pärast tema lendu saadavad mitmesugused helid. Kiire lennu tõttu surutakse tema peapoolses osas õhk tugevasti kokku, mis siis surve tagajärjel kuumeneb.

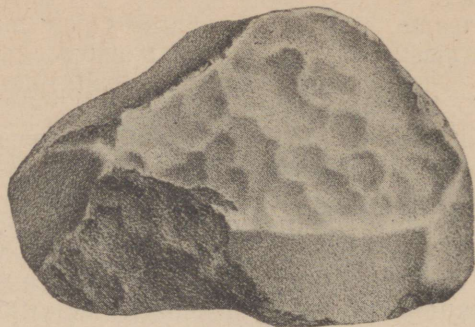
Samuti tekib boliidi lennul ta peaosas kiire liikumise tõttu kokkusurutud õhust nagu mingi „õhkpadi“, mis tugevast survest kuumeneb 2000—2500^o-ni. See „padi“ sulatab meteoori keha selle pinnaosas. Liikumisel rebib vastuseisev õhk boliidilt lahti hõõguvaid aineosakesi, mis moodustavad mõnikord selle „tulise“ saba.

Vanasti peeti boliite tulisteks lohedeks, tulihändadeks, igal juhul aga pahaennustavateks „kurja vaimu“ avaldusteks. Nüüd me teame, et siin on tegemist välimusest kivisarnaste kehadega, mis kiiresti läbistavad meie õhkkonna ja mis on ainult pinnalt tulised.

Mõnikord jõuavad boliidid Maani ja langevad selle pinnale. Säärast mahalangenud keha kutsutakse meteoriidiks. Meie Teaduste Akadeemia kogub meteoriite ja säilitab need erilises muuseumis. Maapinnale langevad meteoriidid on kahte liiki: raudmeteoriidid ja kivimeteoriidid. Esimesed koosnevad peaaegu eranditult rauast, teised — mitmesugustest mineraalidest, näiteks oliviinist.

Meteoriitide hoolikas uurimine on näidanud, et nad koosnevad vesinikust, rauast, ränist, hapnikust, magneesiumist ja teistest keemilistest elementidest. Seega on keemilised elemendid

ka väljaspool Maad samad mis Maal. Nii Päike kui ka planeedid ja tähed — kogu Universum koosneb ühtedest ja samadest elementidest. Universum on tervikuline. See on oluline järeldus, mida võib teha Maa, Päikese ja meteoriitide uurimisest. Erandjuhtudel on Maale langenud meteoriitide massid kaunis suured. Nii langes 30. juunil 1908. a. Siberis Tšuni ja Tunguska



Joon. 9. Kivimeteoriit (vähendatud ligi 4 korda), mis langes maha Pilstivere kihelkonnas 8. augustil 1863. aastal. Meteoriit, mis kaalus 12,1 kg, säilitatakse Tartu R. Ülikooli Mineraloogia Muuseumis.

jõe rajoonis kaugel taiga padrikus maha umbes 2200-tonnine mass. Selle langemine oli katastroofiline, mille tagajärjel tekkis võimas plahvatus ja maavärisemine. Ennenägematu tulekeel purskus mitmekümne kilomeetri kõrgusele; katastroofi kohast ligemale 400 kilomeetri kaugusel asuvast Kirenski linnast oli näha tulesammast, mis meenutas oda. Tuline plahvatuslaine kõrvetas ja oleks nagu ära pühkinud põlismetsa 10—15 km raadiusega pindalalt. Langemine tekitas kohutava raju, taiga puud lebasid nagu vikatiga niidetult tihedate ridadena maas. Meteoriidi langemise kohta ümbritsevad mäed ja künkad muutusid täiesti lagedaks. Selle grandioosse meteoriidi langemist Kesk-Siberis tuntakse praegu „suure Tunguska meteoriidi langemise“ nime all. Meteoriit ise oli nähtavasti kivi-, mitte aga raudmeteoriit, mispärast ta pole meie ajani säilinud¹⁾.

Meteoriidid, mis kaaluvad mitukümmend kilogrammi ja isegi mitu tonni, polegi väga haruldased.

¹⁾ Eesti NSV-s on selliseks meteoriidi langemise läbi tekkinud kraatriks Kaali järv Saaremaal (20 km Kuressaarest kirde suunas). Peale Tunguska meteoriidi kraatri on Kaali järv teiseks selliseks kraatriks NSV Liidus ja Euroopas üldse. Toim. märkus.

Ebaharilikud vihmad.

Vanades kroonikates on räägitud „verivihmadest“. Neid olevat korduvalt tähele pandud. 1117. aastal sadas Lombardias mitmel korral „verist“ vihma ja sellega olevat kaasunud mitmesugused maa-alused hääled. 1181. aastal olevat Prantsus- ja Saksamaal tervelt kolm päeva sadanud verivihma; samal ajal olevat taevas näha olnud hiilgav rist. 1571. aastal sadanud verivihmast piisas, et värvida purpurpunaseks pesu ja riided, mis olid laotatud rohule. Paljud kogusid seda „verd“ anumaisse, ent kahjuks ei saadud seda mikroskoobiliselt uurida, sest tollal polnud mikroskoop veel leiutatud. 1608. aastal sadas verivihma Provence'is; vaimulikud kasutasid seda nähtust selleks, et jutlustada oma karja pattudest.

Flammarion'i kokkuvõtte järgi sadas verivihma möödunud sajandil 25 korral. Millest need tekivad? Uurimised on selgitanud, et tuuled kannavad enesega kaasa mitmesugust tolmu ja seejuures on korduvalt konstateeritud vihmapiiskade punaseks värvumist tolmu kübemekeste läbi. On esinenud isegi punast lund. Seega verivihm tekib tänu erilisele tolmu atmosfääris. See on nagu mingi erisugune „värvitud“ vihm. Verd selles muidugi ei leidu.

On esinenud veelgi ebatavalisemaid vihmum: apelsinidest, konnadest, kärnkonnadest, maipõrnikatest, sitikatest, lentsirtsudest. Kõik need faktid on kergesti seletatavad, kui võtta arvesse, et tugevad keerdtormid (trombid, tornaadod) imevad tühjaks ja viivad endaga kaasa terved tiigid koos konnade ja kaladega. Kalavihmum on mainitud kroonikates ja neid on esinenud ka hilisemal ajal.

Rõngad Päikese ja Kuu ümber. Ristid, sambad ja kõrvalpäikesed. Halonähtused.

Palju selliseid nähtusi on kirjeldatud vanades kroonikates ja ajaraamatutes. Nad on kohutanud ebausklikke inimesi ja neid on peetud mingisugusteks „taevalikeks ilmutusteks“. Ühest vene ajaraamatust loeme: „Sel aastal oli taevas ilmutus, nagu määratu rõngas oli taevas, aga see aasta oli üsna põuane, maapind oli kõrbenud, põlesid metsad ja rabad, rohkesti oli maa peal ilmutusi.“

Rõngad Päikese ja Kuu ümber, nn. halonähtused, kujutavad endist meie atmosfääris esinevaid optilisi nähtusi. Järelikult pole neil midagi ühist taevakehadega. Päike on

meist väga kaugel, tema kaugus Maast on umbes 150 000 000 kilomeetrit. Kuu on ligemal — ta on Maast 384 000 kilomeetri kaugusel. Kuid ei Päike ega Kuu põhjusta halonähtuste tekkimist. Halonähtuste tekkimise põhjuseks on kiudkihtpilved. Välimuselt meenutavad need pilved sulgi, kimpe, lokke, helbeid või nad katavad kogu taeva pooleldi läbipaistvate viirudega. Taoti valguvad kiudkihtpilvede viirud laiali ja siis on nad nähtavad särava valkja loorina. Kiudkihtpilved koosnevad veeauru külmumisest tekkinud pisikestest jääkristallikestest, mida õhuvoolud tõstavad 8—10 kilomeetri kõrgusele. Jääkristallikesed, milledest kiudkihtpilved koosnevad, on kuusnurksete prismade või kuusnurksete lumehelvete kujulised. Nad lahutavad päikesekiiri seitsmeks vikerkaarevärviks.

Et pilvedes esinevad jääkristallikesed mitmesugustes kombinatsioonides, siis on ka halonähtused üksteisest erinevad. Nii esinevad viimased kahe või kolme päikese kujul (üks või kaks neist on mõistagi kõrvalpäikesed), hiiglaslike kaart, sirpide ja sammastena Päikese või Kuu kõrval.

Vahel näib taevas täiesti selgena, kiudkihtpilvi pole näha, ent korraga ilmuvad komplitseeritud halonähtused, mis hämmastavad vaatlejat.

Ühe nunnna päevikus kirjeldatakse järgmist „imepärast nähtust“ (kirjeldus on 1877. aastast, Vene-Türgi sõja ajast): jaanuarikuus kärelda külma ajal ilmus Päikese kõrvale kaks kuldkarikat, karikates — ristid, ülalpool Päikest — sirp, mille tera sinine, pide helepunane; Päike ise asetses hiiglasliku risti keskel. Imekaunis vaatepilt! Kuid tegelikult nägi nunn vaid komplitseeritud halonähtust; selle vikerkaarevärvid ja nunnna kujutlusvõime manasid ta silmade ette pildi kuldkarikaist, sirbist ja ristist. Tavaliselt paistab Päikest ümbritseva halonähtuse rõngas või kaar violett-sinises värvuses. Sellest siis ka nunnna viide „sirbi“ sinisele terale; „sirbina“ nähtavasti paistis talle Päikest ümbritseva halorõnga kohal olev kaar. *Halos* on kreekakeelne sõna ja tähendab ringikujulist rehepeksupõrandat. Kordame siin veel, et halod on vikerkaarevärvilised rõngad. Nende tekkimist võib seletada Päikese või Kuu kiirte murdumisega kuueta hulistes kiudkihtpilvede kristallikestes. Seestpoolt on selline Päikest või Kuud ümbritsev rõngas punane, järgneb kollane ja väljastpoolt on ta valge. Komplitseeritud halonähtused koosnevad paljudest rõngastest ja kaartest.

„Väikese“ rõnga raadius on 22°, suure rõnga oma 46°. Üldiselt ennustavad halonähtused halba ilma. Halonähtuste kirjeldusi leiame mitmesuguseis vene ajaraamatuis ja krooni-

kais. Kuulsas Lycosthenes'e teoses „Ilmutuste ja imede raamat“, mis ilmus trükist 1557. aastal, leidub pilt kolmest päikesest, mis nähtud Poolas 1492. aastal. Peale selle kirjeldatakse siin veel teisi ebatavalisi „nähtusi“: suurte komeetide ilmumist, tähesadusid, halonähtusi jne. Meie näeme nüüd, et ei saa nimetada ebatavaliseks nähtuseks ei komeetide ilmumist, ei tähesadu ega kolme päikest.

Halonähtuste hulka tuleb arvata ka risti ilmumine taevasse. Kirjandusest üldtuntud on risti ilmumine Rooma keisrile Konstantinusele 315. aastal. Seda risti näinud ka kogu Konstantinuse sõjavägi, tuhanded sõjamehed. On andmeid, et „risti“ ilmumise ajal oli taevas kaetud hõreda pilvestikuga ja hakkas tibama vihma. Olid seega olemas kõik eeltingimused halonähtuse ilmumiseks: viimane võis ilmuda halva, vihmase ilma ettekuulutajana. Sel korral polnud nähtavasti halonähtus täielik, esinesid ainult püstloodis ja rõhtsad viirud, s. o. rist. Koos valgussammastega ilmuvad ristid tavaliselt kas Päikese tõusu või loojangu eel.

Niisiis ka ristide taevasse ilmumises pole midagi ebatavalist. Statistika näitab, et ristid taevas polegi nii erakordsed ja haruldased nähtused. Ka pole täielikud halonähtused iseenesest haruldased — näiteks võib Moskvas jälgida aastas keskmiselt 120 halonähtust.

Päikese mänglemine.

„Päike on labakinnastes — ilm läheb külmale,“ ütleb vene vanasõna. On Päike „kõrvadega“ — ka siis võib oodata külma. Tuntakse veel erilist „Päikese mänglemist“. Varemalt räägiti, et lihavõttepühade esimesel päeval Päike tõusul tihti mänglevat taevas. Päikese mänglemist olevat tähele pandud ka peetripäeval (29. juunil vana kalendri järgi). Mida tuleb siis mõista Päikese mänglemise all? Päike nagu muudaks värvusi, nagu hüpleks, „pilgutaks“, täituks „verega“, s. o. muutuks punaseks, ja nagu hõljuks mitmesugustes värvustes. Esineb Päikese mänglemise nähtus kevadise pööripäeva ajal, s. o. kas märtsi lõpul ja aprilli algul, või jaanipäeva paiku — suvise pööripäeva ajal, siis võib selle põhjuseks olla dispersioon (valge päikese kiire lagunemine värvilisteks). Dispersioon venitab Päikese ketta pikerguseks ja annab sellele mitmesugused värvused, kord roheka, kord kollaka, kord punaka varjundi. Sel ajal esinevad nn. „külmad koidupunad“, mis soodustavad õhuhäirete tekkimist, järelikult ka Päikese ketta optilisi moonumisi. Lavrenti

ajaraamatust loeme 1230. aasta kohta: „Samal maikuu kümnen-
dal päeval ja viienda nädala reedel peale lihavõttepühi oli näha
Päikese varasel tõusul, et ta oli kolmenurgeline nagu leivapäts,
siis jälle paistis ta väikesena nagu täht ja kadus hoopis ära,
siis tõusis ta jälle oma õiges suuruses.“ Selles ajaraamatu
kirjelduses ei räägita mitte Päikese täielikust varjutusest, vaid
selle mänglemisest.

Teistel juhtudel võib Päike tõusul nähtuda nagu tantsivana
õhu lainetamise ja võnkumise (vibratsiooni) tagajärjel. Seejuu-
res võivad esineda ka tema ketta värvuse muutused.

Selles seisabki Päikese mängumine. Tõeliselt ei mängle
mitte Päike, vaid õhkkonna vibratsioon moonutab ta kuju.

[Virmalised.]

Vahel võib taevaalaotusel tähele panna põhjavalgust (õige-
mini — polaarvalgust, sest virmalised on nähtavad ka lõuna-
poolkeral). Polaarvalgus ehk virmalised on tore loodusenähtus.
Neid armastas vaadelda vene geniaalne õpetlane ja poeet
Mihhail Vassiljevitsš Lomonossov. „Kuidas võib külmunud aur
südatalvel sünnitada tulikahju?“ hüüab ta ühes oma suurepä-
rases luuletuses. Lomonossov arvas, et virmalised tekivad õhk-
konna suures kõrguses ujuvate jääkristallide hõõrumisest. Praegu
seletame meie seda nähtust teisiti, aga on hämmastav, et ka
meie seletustes mängivad tähtsat osa elektriga laetud osakesed.
Me teame nüüd, et Päike saadab välja erilist „korpuskulaarset“
kiirgust, mis koosneb elektri- ja elektriga laetud osakeste voo-
lust, ning et see kiirgus on virmaliste tekkimise põhjuseks.

Tveri ajaraamatus 1242. aastast Aleksander Nevski lahingu
kirjeldusest Peipsi järve jääl loeme: „Seda kuulsin pealtnägijalt,
kes jutustas, et ta nägi õhus jumala sõjaväge, kes tuli Alek-
sandrile appi, nägi palju jumala polkuseid, kes aitasid Aleksandrit.“

See „jumala sõjavägi, polgud“ polnud nähtavasti muud
midagi kui virmaliste sambad, mis liikusid taevas. Vanasti
nähti virmaliste vehklemises nagu mingisuguste taevavägede
võitlemist.

Nikoni ajaraamatus on 1401. aasta kohta märgitud: „Selle
aasta augustikuu ööl... keskööst hommikuni ilmusid sambad,
nende ülemine ots oli veripunane, ja seda oli õudne vaadata.“

Polaarvalgus pole midagi muud kui meie õhkkonna gaaside
helendus.

Polaarvalgust (virmalisi) pannakse tähele mitmesugusel kujul:
1) kaarekujulised, s. o. helendavate kaarte kujul; 2) kiirelised, s. o.

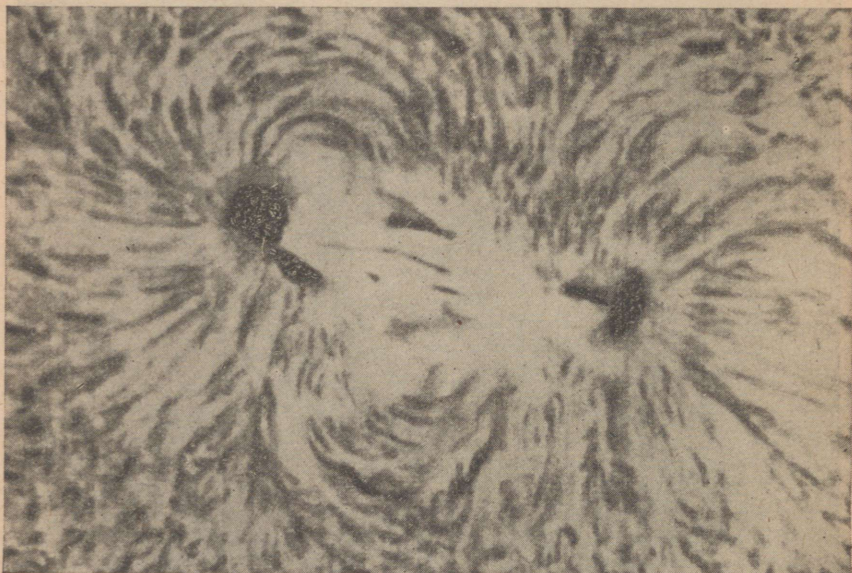
mitmevärviliste kiirte kujul; 3) eesriidekujulised. Kiirelise ehitusega virmalised esinevad harilikult 100 — 120 kilomeetri, mõnikord aga 70—80 kilomeetri kõrgusel. Mis puutub aga kaarekujulistesse virmalistesse, siis nähakse neid 500 — 800 kilomeetri, üksikuil juhtudel isegi 1000 kilomeetri kõrgusel.



Joon. 10. Iseloomustav ülesvõte põhjavalgusest 3. märtsil 1910. a., fotograafitud Störmeri poolt Norras.

Autoril õnnestus 18. septembril 1941. aastal vaadelda Tomski linnas imekaunist kiireliste virmaliste vehklemist. Päikesel võis neil päevil tähele panna suuri laike ja virmalised olid väga heledad. Minule jäid meelde punased ja rohelised kiired, mis liikusid taeva taustal. Kord lõikusid need ühes punktis, moodustades heleda krooni, kord eemaldusid nad üksteisest, andes toredaid värvuste üleminekuid. 9. veebruaril 1937. aastal Voroneži oblastis vaadeldud virmalisi kirjeldatakse järgmiselt: põhjataevasse ilmus õhtul kella 10 ajal mitte kõrgele

silmapiirist tugev helepunane kuma; teiste tähelepanekute järgi oli see kuma roosakas-vabarnapunane. Peale seda ilmusid valged kiired, mis liikusid sammastena. Poole tunni möödudes muutusid virmalised kahvatuks ja kadusid. 25. märtsi 1940. aasta virmaliste vehklemine (polaarvalgus) oli nähtav kogu NSV Liidu territooriumil. Ka see meenutas tumepunast kuma põhjataevas.



Joon. 11. Päikese laigud kui keerised.

Virmaliste esinemine on tihedalt seotud Päikese tegevusega: ilmub Päikese kettal nähtavale palju laike, seejuures eriti suuri, siis nähakse ka eriliselt palju virmalisi ja need on väga heledad. Laikude kohal on Päikese pind tugevasti häiritud, sest nagu me nüüd kindlasti teame, pole Päikese laigud muud midagi kui tohutud keeristormid, mis tõusevad Päikese hõõguvasse atmosfääri.

Need võimsad tsükloonilised keeristormid pöörlevad umbes 100-kilomeetrilise kiirusega sekundis.

Peale mitmesuguste gaasiosakeste pöörlevad Päikese laikude keeristes elektronid; need oma kiiresti pöörleva liikumisega tekitavad tugeva magnetivälja, s. o. ruumis nende

ümber esinevad tugevad magnetilised tungid. Selline tugev magnetiväli mõjub isegi 150 000 000 kilomeetri kaugusel, s. o. Maa kaugusel Päikesest. Niisiis peab Päikese laikude tugev magnetiväli avaldama suurt mõju ka Maakera magnetiväljale ja kõigile magnetnõeltele. Ongi ammu tähele pandud, et virmaliste ajal kompassi magnetnõel „vigurdab“.

Tõepoolest, kui tohutud Päikese laigud läbivad Päikese nullmeridiaani, näitab kompassi magnetnõel rea korratuid kõikumisi. Samuti võib suurte laikude ilmumise ajal Maa mitmesugustes osades tähele panna virmaliste ilmumist. Seejuures mida rohkem laike esineb Päikesel, seda rohkem virmalisi on Maakeral. Praegu ei ole raske selgitada, mis on virmalised ehk polaarvalgus.

Päikesest liigub lakkamatult Maa poole nn. korpusku-
la arne kiirgus, osakeste vool, mida saadavad välja Päikese atmosfääri ülemised kihid. Kui need liikuvad osakesed saabuvad meie Maa atmosfääri lähedasse ruumi, siis, nagu on näidanud erilised arvutused, hakkavad nad Maa magnetivälja mõju toimel liikuma mööda keerukaid kõverjooni. Lõppeks kogunevad nad Maa magnetiliste pooluste ümber ja moodustavad seal rõngaid. Ainult Maa magnetiliste pooluste kitsas piirkonnas võivad need osakesed sattuda Maa atmosfääri (õhk-konda), kus nad õhu osakestega kokku puutudes panevad helendama selle hõredad kõrgemad kihid (nagu teada, hakkavad hõrendatud gaasid neid läbistavate elektronide voolu toimel helenduma¹). Järelikult ei kujuta ka need nähtused endast midagi iseäralikku. See on lihtsalt väga ilus gaaside helendus atmosfääri kõrgemates kihtides. Ainult koolide füüsikakabinettide väikeste katoodtorude asemel näeme virmalistes grandiooset laialdaste piirkondade hõrendatud gaaside helendust suurel kõrgusel, 65—100—200 ja enam kilomeetri kõrgusel. Maa magnetivälja toimest olenevad, nagu näitavad arvutused polaarvalguse tekkimise kohta, kiirte suund ja kuju.

Iga 11 aasta järel ilmub laike Päikesel eriti suurel arvil. Sellele laikude perioodsusele vastab ka virmaliste üheteistkümneaastane perioodsus, teiste sõnadega, virmalisi esineb eriti rohkesti iga 11 aasta järel.

1) Elektronide negatiivselt laetud osakeste voolu nimetatakse katoodkiirteks. Keskkoolide füüsikakabinettides on erilised hõrendatud gaasidega täidetud torud, mis hakkavad helenduma elektronide voolu toimel.

Ebatavalised välgud.

Esinevad, olgugi harva, ebatavalised välguliigid: „keevälg“, mis kujutab endast tervet rida heledaid tulekerakesi, ja „kerasvälg“.

Viimaste aastate jooksul on registreeritud terve rida keraskälgude esinemise juhte, mis on väljaspool kahtlust. Sääraseid väle kirjeldasid juba eelmisel sajandil Arago ja Flammarion ning rida meteorolooge.

Olgu siin esitatud paljudest üks keraskälgu kirjeldus: „25. mail 1934. aastal ilmus äikese ajal Moskvast kodanik Domanovi korterisse Ostoženkol (nüüd Metrostrojevskaja tänav) kreeka pähkli suurune kerakujuline välg sinakas-violetses värvuses. See läbib kiiresti toa, jättes enese järele hõbedase sädemetevõõdi, ja lõpuks lõhkes õhus praginaga, laiuli pildudes kuldseid sädemeid. See pragin meenutas heli, mis tekib elektri lühitühenduse puhul valgustusvõrgus kaitsekorkide läbipõlemisel. Toas viibivale Domanovite abielupaarile välg viga ei teinud, kuigi elektrilaeng möödus neist umbes meetri kauguselt. Ruumi järelevaatust näitas, et ahjusiiber oli lahti; aknad ja uked olid suletud.“

On ka suuremõõdulisi keraskälgke. Nii nähti 18. augustil 1934. aastal Kiievis „väikese kanamuna“ suurust keraskälgku, mis algul näis tulipunasena, hiljem kollakana.

Aasovi-Tšernomorski krai Metšeti rajoonis nähti 21. juulil 1934. aastal tugeva äikese ajal „tulise kera“ langemist lokomobiili kõrvale, kuhu tekkis ümmargune ristikujuliste süvistega auk, mis täitus kuuma veega. Seejuures oli õhus tunda väävli lõhna. Flammarioni tuntud teoses „Atmosfäär“ kirjeldatakse paljude kerakujuliste välgude esinemist tugeva äikese ajal. Neid on seal loendatud 20.

Üldiselt on keraskälgu läbimõõt 10—30 sentimeetrit, mõnikord isegi suurem. Selle harva esineva välgu kulgemise kestus on 2—6 sekundit, tihti aga ainult mõni sekund. Nüüd on keraskälgke korduvalt pildistatud, mis pärast nende esinemine seisab väljaspool kahtlust.

Prantsuse füüsik ja astronoom Mathias arvab, et keraskälg kujutab endast erilist lämmastiku ja hapniku ühendit või paljuaatomilist hapnikku. Need ühendid on keemikuile veel tundamatud. Mathias omistab neile võime plahvatada, s. o. omaduse jahtumisel plahvatusega laguneda.

Mathias' järgi tekib säärane plahvatav äikeseline aine joonvälgu sähvatuse järel üsna tihti. Kui selle kogus on väike,

toimub jahtumine hetkeliselt, ja see plahvatav aine kaob mingisugust efekti tekitamata. Kui ta kogus on aga küllalt suur, võib õhus jahtumisel tekkida mõningane arv kerataolisi peenkehakesi, mida panemegi tähele kerakujuliste välkude langemise puhul.

Mõnikord on aga sel viisil tekkinud plahvatava ainese kogus väga suur. Sel juhtumil võib see aines pinnalise kokkutõmbemõju mõjul minimaalse pinnaga koguks, kerakujuliseks kehaks kokku tõmbuda. Nõnda tekibki Mathias' järgi kerašvõlk.

Järelikult pole helendavate kerataoliste kehade taevast langemises midagi ebatavalist.

Sisukord.

| | Lk. |
|---|-----|
| Päikesevarjutused | 3 |
| Mida võib näha taeva laotuses täieliku päikesevarjutuse ajal | 5 |
| Milleks on astronoomidel tähtis jälgida täielikke päikesevarjutusi | 9 |
| Kui lohe neelab Kuu | 10 |
| Ebaharilikud taevakehad — komeetid | 13 |
| Tähtede langemine. Tähesajud. Tulikerad (boliidid) | 18 |
| Ebaharilikud vihmad | 23 |
| Rõngad Päikese ja Kuu ümber. Ristid, sambad ja kõrvalpäikesed. Halonähtused | 23 |
| Päikese mänglemine | 25 |
| Virmalised | 26 |
| Ebatavalised välgud | 30 |

Rbl. 2.—

A

15 750

11636