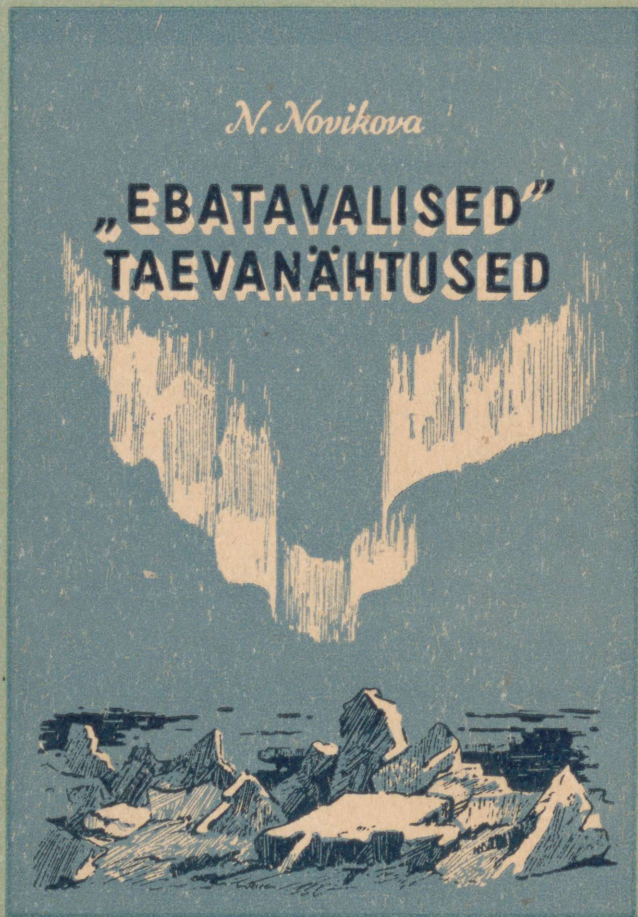


★
POPULAARTEADUSLIK
SARI

N. Novikova

„EBATAVALISED“
TAEVANÄHTUSED



A-16558

N. G. NOVIKOVA

„EBATAVALISED“
TAEVANÄHTUSED

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1955

Originaali tiitel:

Н. Г. Новикова

«НЕОБЫКНОВЕННЫЕ» НЕБЕСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Государственное издательство технико-теоретической литературы
Москва 1954

Tõlkinud H. Tilleman

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

29293



SISSEJUHATUS

Vaadeldes loodust, puutub inimene sageli kokku nähtustega, mis on esimesel pilgul mõistatuslikud ja arusaamatud. Sellisteks nähtusteks on näiteks punane lumi, «verine» vihm, kolme päikese üheaegne ilmumine taevasse, «tähesadu», Kuu ja Päikese varjutused.

Kõigil sellistel nähtustel meid ümbritsevas looduses on omad seaduspärased põhjused. Kuid kauges minevikus, kui inimesed veel ei tundnud neid ümbritseva maailma seaduspärasusi, näisid paljud loodusnähtused neile «imepärasena», üleloomulikena.

Omamata küllaldasi teadmisi ümbritsevast maailmast ja tundmata mitmesuguste nähtuste olemust ning nende vastastikust seost, püüdsid meie kauged esivanemad seletada neile arusaamatuid nähtusi fantastiliste, üleloomulike jõududega. Olles jõuetu paljude looduse ürgjõudude ees, kartis möödunud aegade inimene eriti niisuguseid nähtusi, mis tugevasti erutasid ta kujutlusvõimet, s. o. haruldasi ja mõistatuslikke nähtusi.

Leidmata niisugustele nähtustele lihtsat ja loomulikku seletust, arvasid inimesed, et siin tegutsevad mingisugused taevased, jumalikul jõud, ning pidasid neid nähtusi «taevamärkideks».

Arvati, et sellised «märgid» ennustavad suuri ja eba-meeldivaid sündmusi — sõda, taudi, nälga.

Nii tekkis ebausk.

Kirik õhutas rahvahulkade usku «taevamärkidesse», sest

see võimaldas ekspluataatorlikel klassidel varjata sõdade, nälja ja taudide tõelisi, sotsiaalseid põhjusi.

Järk-järgult, sedamööda, kuidas suurenesid meie teadmised Maast ja meid ümbritsevast maailmast, avastati kõigi «ebatavaliste» nähtuste, s. o. «seletamatute» ja «imepärase» nähtuste, nagu paljud varem arvasid, tõelised põhjused, leiti neile seletus.

Kõik «ebatavalised» nähtused osutuvad tavalisteks, loomlikeks ja teaduslikult seletatavateks.

Käesolevas raamatus jutustataksegi sellest, kuidas teadus selgitab «ebatavalisi» taevanähtusi.

1. POLAARVALGUS

Oma jutustust «ebatavalistest» loodusnähtustest alustame majesteetliku loodusnähtusega — p o l a a r v a l g u s e g a ehk, nagu seda mõnikord ebaõigesti nimetatakse, p õ h j a v a l g u s e g a (nimetada polaarvalgust põhjavalguseks pole õige sellepärast, et polaarvalgus esineb mitte ainult maakera põhjapooluse, vaid ka lõunapooluse piirkonnas).

Selle suurepärase vaatamänguga, mis aeg-ajalt esineb öötaevas, on meie kodumaa põhjaalade elanikud hästi tuttavad. Kõrgel taevas ilmub nähtavale väike helendav laik. See kasvab, valgub mööda taevast laiali, muutub üha eredamaks ja eredamaks. Öö valgeneb. Tumedas polaaröötaevas süttivad mitmevärvilised helkivad kaared — punased, oranžid, roosad. Sööstavad esile eredate värelevate kiirte vihud. Õhus nagu ripuksid tohutud vikerkaarvärvides silerdavad, voogavad eesriided.

«Virmalised vehklevad,» ütlevad põhjamaalased.

1950. a. veebruaris oli Moskva kohal näha tugevat polaarvalgust. Mitme tunni kestel helendasid taeva põhjaosas kaks suurt kaart — erepunane ja heleroheline. Kaarte heledus ja asukoht muutusid pidevalt, nad kadusid, ilmusid uuesti. Moskvalased jälgisid suure huviga seda Moskva laiuses haruldast loodusnähtust.

Grandioosne, ootamatult ilmuv polaarvalgus ja selle nähtuse põhjuste mittemõistmine mõjustasid minevikus inimesi kummardama võimsate, tundmatute loodusjõudude ees, tugevdasid usku jumalikesse, imepärasesse nähtustesse, «taevamärkidesse».



Joon. 1. Polaarvalgus.

Sageli pidasid inimesed majesteetlikku taevas sädelevat polaarvalgust «taevavägedeks». Ühes vene kroonikas, kus kirjeldatakse Aleksander Nevski kuulsat lahingut sakslastega Peipsi järve jääl, kirjutab kroonik nii:

«Seesama kuulis pealtnägijailt ja rääkis minule, et õhus olevat nähtud taevast sõjaväge, mis tulnud appi Aleksandrile, ja paljud nägid jumala ustavaid väehulki, kes aitasid Aleksandrit.»

Kaasaegne teadus, uurides ümbritsevat loodust ja õppides tundma mitmesuguste nähtuste seaduspärasusi ning vastastikust seost, leiab neile lihtsa, loomuliku ja teaduslikult õige seletuse. Kõik «ebaharilikud», s. o. harva esinevad ja esi-

mesel pilgul seletamatud loodusnähtused muutuvad seletavateks ja arusaadavateks. Teadus tõrjub loodusest välja «jumalikud» jõud. Teaduslik seletus on leitud ka majasteetlikule polaarvalgusele.

Esimeseks teadlaseks, kes uuris polaarvalguse olemust, oli suur vene teadlane M. V. Lomonossov, kaluri-poomoori poeg Valge mere äärest.

Vaadeldes polaarvalgust, tegi Lomonossov kindlaks, milises kõrguses toimub see suurepärane nähtus.

«Panin siin S.-Peterburis tähele üsna kenakest põhjavalgust,» on ta kirjutanud ühes oma teostest, «ja teostasin võimalust mööda mõõtmisi . . .»

Lomonossov leidis, et vaadeldava polaarvalguse alumine äär asetseb umbes 150 kilomeetri kõrgusel maapinnast.

Seega oli kindlaks tehtud, et polaarvalguse-nähtused toimuvad atmosfääri kõrgetes hõredates kihtides. Kuid millised jõud kutsuvad esile selle tähelepanuväärse loodusnähtuse?

Lomonossov oletas, et polaarvalguse põhjuseks on elektrilised lahendused, mis toimuvad hõrendatud õhukihtides. Juba varem, uurides elektrilisi nähtusi, leidis ta, et hõrendatud õhus võib teatud tingimustel tähele panna elektri poolt põhjustatud helendamist. Sellist helendamist nimetas Lomonossov «kolmandat liiki elektrivalguseks». Lomonossov korraldas spetsiaalsed katsed. Ta pumpas klaaskerast õhu välja ja juhtis sealt läbi elektrivoolu. Kera sees ilmus nähtavale «kahvatu ja nõrk valgus». «. . . Kera sisemuses, kust õhk on eemaldatud,» kirjutas teadlane, «saadab ergutatud Elektrijõud välja äkilisi kiiri, mis silmâpilkselt kaovad; kuid peaaegu samal ajal hüplevad nende asemel uued kiired, nii et näib toimuvat pidev hiilgamine.»

Nende katsete põhjal tegi Lomonossov julge oletuse: «. . . On äärmiselt tõenäoline,» kirjutas ta, «et põhjavalguse kutsub esile õhus tekkiv Elektrijõud. Seda kinnitab põhjavalguse ja kolmandat liiki Elektrivalguse ilmumise ja kadumise, liikumise, värvi ja välimuse sarnasus.»

Suur vene teadlane andis polaarvalguse olemusele põhiliselt täiesti õige seletuse. Nüüd on lõplikult kindlaks tehtud, et see nähtus kujutab endast tõepoolest elektriliselt laetud osakeste poolt aktiivseks muudetud hõrendatud õhu helendamist atmosfääri kõrgetes kihtides.

Samuti näitas polaarvalguse edasine uurimine, et ta tekib tõepoolest väga suurtel kõrgustel: alates 80—100 kuni 800—1000 ja enam kilomeetrini maakerâ pinnast.

Pärast Lomonossovit uurisid paljud teadlased elektrivoolu läbiminekut hõrendatud gaasidest.

Katse jaoks kasutati harilikult mõlemast otsast kinnisulatatud klaastorusid. Sellisest torust pumbati õhk välja ning ta täideti mingisuguse hõrendatud gaasiga: vesinikuga, lämmastikuga, argooniga või mõne muuga. Elektrivool juhti läbi toru sinna paigutatud eriliste metallplaadikeste — elektrootodide — abil. Nagu teada, ei juhi õhk ja teised gaasid elektrivoolu atmosfäärirõhul; nad on niinimetatud isolaatorid. Kui aga gaas on tugevasti hõrendatud, hakkab ta elektrivoolu juhtima. Niisugust nähtust vaatlemegi oma torus: meil tarvitseb vaid luua torus gaasi hõrendus, ning elektrootodide vahel tekib kiiresti liikuvate elektriliselt laetud osakeste — elektronide — voog, s. o. voolab elektrivool. Samal ajal ilmub torusse virvendav valgus. See valgus tekib kiiresti liikuvate elektronide ja torus leiduva hõrendatud gaasi osakeste kokkupõrgete tagajärjel.

Erinevad gaasid helendavad elektronide toimel erinevalt. Argoon näiteks annab helesinise värvusega valguse, neooniga täidetud toru aga kiirgab punast valgust.

Kuid mis siis kutsub esile õhu suurejoonelise helendamise tema ülemistes, hõrendatud kihtides?

Selgub, et helendamise põhjustajateks on ka siin elektriliselt (positiivselt ja negatiivselt) laetud osakesed; need paiskab oma sisemusest välja Päike. Selliste osakeste tohutud voolused langevad maakera ümbritsevasse õhkkonda ja põhjustavad seal polaarvalguse tekkimise.

Teadus on kindlaks teinud, et eriti palju laetud osakesi paiskub välja nn. «päikeseplekide» piirkonnast.

Juba ammugi märgati seost päikeseplekide ja polaarvalguse vahel. Asi on selles, et Päikese pinnal olevate plekkide arv ja nende poolt hõlmatud pindala ei ole eri aastatel ühesugused. Mõnel aastal plekkide arv väheneb tugevasti, mõnel aastal aga suureneb märgatavalt.

Tähelepanekud näitavad, et päikeseplekide arv on eriti suur iga üheteistkümnne aasta järel. Seejuures väärib märkimist, et polaarvalgus tugevneb ja nõrgeneb samuti iga üheteistkümnne aasta tagant. Neil aastail, millal päikese pinnal on näha suurimat plekkide arvu, esineb ka polaarvalgus kõige sagedamini ja tugevamalt. Päikeseplekide arvu vähenedes on ka polaarvalgust näha harvemini.

Peale selle tuleb arvata, et Päike avaldab polaarvalgusele mõju veel teisel teel. Nagu teada, kuuluvad päikesekiirguse

koosseisu niinimetatud ultraviolettkiired (need on samad kiired, mis põhjustavad naha päevitumist). Nende kiirte toimel muutuvad õhu koosseisu kuuluvate gaaside neutraalsed aatomid suurtes kõrgustes elektriliselt laetud osakesteks — ioonideks. See protsess toimub ülemistes hõredates atmosfäärikihtides pidevalt, ja selle tulemusena esineb maakera õhkkonnas piirkond, mis juhib hästi elektrivoolu. See on niinimetatud ionosfäär. Just siin — ionosfääris — esinebki polaarvalgus, «vehklevad virmalised».

Meie maakera kujutab endast hiiglaslikku magnetit. Nagu iga teistki magnetit, ümbritseb teda magnetiväli. Maakeral-magnetil on olemas ka oma magnetipoolused.

Need asetsevad geograafiliste pooluste — põhja- ja lõunapooluse — lähedal. Kõigile tuttava kompassi — väikese magnetnõela — tegevus põhinebki just sellel, et meie Maa on suur magnet. Maakera magnetiväli mõjub väikesele magnetnõelale nii, et viimane pöördub Maa magnetivälja jõujoonte suunda — põhja—lõuna suunda.

Maakera magnetiväli mõjutab ka Päikesest lähtuvat elektriliselt laetud osakeste voolu; selle toimel kaldub elektronide voog maakera magnetiliste pooluste — põhja- ja lõunapooluse — poole. Sellepärast esinebki polaarvalgus pooluste läheduses.

Mitmevärvilised kaared ja helkivate kiirte vihud, mida näeme taevas polaarvalguse ajal, on ilmselt seotud maakera magnetiliste jõudude mõjumise suunaga. Tänu nende jõudude vahetpidamatule muutumisele muutub pidevalt ka maakera ülemiste õhukihtide helendamine — virmalised «vehklevad».

Nii seletubki kõige majesteetlikuma loodusnähtuse — polaarvalguse — mõistatus.

Hõrendatud gaaside helendamisele, mille avastas M. V. Lomonossov, on rajatud tänapäeval kasutatavate huumlampide ehk, nagu neid tihti nimetatakse, «päevavalguselampide» ehitus. Need suurepärased lambid leiavad praegu järjest laialdasemat rakendamist.

Suured teened «päevavalguselampide» loomisel on meie teadlastel, kes kuuluvad akad. S. I. Vavilovi koolkonda.

Seega teadus mitte ainult ei selgita arusaamatuid loodusnähtusi, vaid rakendab ka omandatud teadmised inimeste teenistusse.

2. EBATAVALISED VIHMA

Seda «ebatavalist» loodusnähtust märgati ligi kolmsada viiskümmend aastat tagasi Prantsusmaal. 1608. aasta juuli alguses sadas ühe väikese Prantsuse linnakese ümbruses hoopis ebaharilikku vihma: vihmapiisad meenutasid värsket vere tilku! «Verevihma» suuri tumepunaseid piisku oli näha kõikjal: puulehtedel, majaseintel, inimeste riietel. Hirmunud talupojad ei teadnud, kuidas seda ennenägematut sündmust seletada. Paljud neist olid veendunud, et taevast sajab tõelist verd, ja ootasid järgnevat midagi hirmsat. Kirikutegelased kasutasid juhust ja seletasid, et selline vihm ennustab elanikele karmi karistust nende pattude eest, et on oodata «maailma lõppu».

Kuid vihm möödus, ja kellegagi ei juhtunud midagi.

Ajaloost on teada ka palju teisi «verevihmade» juhtumeid, mis sarnanevad 1608. aasta vihmaga. Paljude Euroopa maade (Itaalia, Hispaania, Prantsusmaa jt.) elanikud on seda ebatavalist loodusnähtust korduvalt tähele pannud.

Nii näiteks sadas tugevat «verevihma» 1813. a. märtsis Itaalias. Selle kohta on säilinud ühe teadlase üksikasjaline kirjeldus:

«Kaks päeva oli puhunud idatuul, kui elanikud nägid mere poolt lähenevat tihedat pilve. Kell kaks päeval kattis pilv ümberkaudsed mäed ja hakkas varjama päikest; tema värvus, mis algul oli kahvatu-roosa, muutus tulipunaseks. Varsti oli linn ümbritsetud nii tiheda pimedusega, et kell neli tuli majades süüdata lambid. Rahvas, keda hirmutas pimedus ja pilve värvus, hakkas palvetama. Muutus järjest pimedamaks, ja kogu taevast näis olevat otsekui hõõguvasti rauast. Algas müristamine, ning taevast hakkasid langema suured punaka vedeliku tilgad, mida ühed pidasid vereks, teised aga sulametalliks. Öö saabudes muutus õhk puhtaks, äikesemürin ja välgud lakkasid ja rahvas rahunes.»

Sadanud vihm jättis järele kollakaspruunid plekid, milles luubi abil avastati punakat tolmud.

Möödunud sajandil täheldati üle 20 sellise vihmajärgi.

Veel ebatavalisemad on «vihmad» vähkidest, heeringatest ja konnadest. Selliste «vihmadega» on Taani, Norra ja Šotimaa elanikud hästi tuttavad. Tihti langeb õhust koos harilike vihmapiiskadega tuhandete kaupa kalu!

Viimane selline «vihm» sadas õige hiljuti — 1949. a. suvel — ühes Uus-Meremaa rajoonis. 19 kilomeetri kaugusel

mererannast sadas paduvihma ajal õhust alla tuhandeid merekalu.

1933. a. sadas Kaug-Idas Kavalerovo küla ümbruses, mis asub 50 kilomeetri kaugusel Vaikse ookeani rannikust, eba-
harilikku «vihma» meremeduust.

Endistel aegadel olid kõigi selliste «vihmade» põhjused teadmata. «Verevihmad» hirmutasid inimesi tugevasti. Kasutades iga taolist juhtumit, püüdsid kirikutegelased sisendada inimestele, et sellised vihmad on saadetud jumala poolt nende pattude pärast ja kuulutavad ette nälga, haigusi, sõda.

Praegusel ajal on ebatavaliste «vihmade» põhjused hästi teada.



Joon. 2. Vesipüks ületab jõe.

Looduses esinevad mõnikord väga tugevad tuuled — orkaanid, samuti ka erilised õhukeerised, nn. vesipüksid. Orkaani ajal puhub tuul sageli kiirusega 50—60 meetrit sekundis, liikudes ringjoont mööda, mille läbimõõt ulatub mitmesaja kilomeetrini. Samal ajal see tuulekeeris tormab edasi, tekitades oma teel purustusi. Vesipüksi puhul õhk samuti keerleb pöörase kiirusega spiraali mööda, kuid selle keerise läbimõõt on kõigest mõnikümmend kuni mõni-

sada meetrit. Tuule kiirus vesipüksis ulatub mõnikord 100 meetrini sekundis! Samal ajal vesipüks, nagu orkaangi, liigub edasi. Vesipüksiga käib kaasas äike.

Mõnikord juhtub nii, et orkaan tõstab kusagil kõrbes õhku tohutu hulga punakat tolmu (sellist tolmu leidub palju näiteks Põhja-Aafrikas) ja kannab seda endaga kaasa mitmesaja kilomeetri kaugusele, kuni tolmu vihmapiiskadega segunedes langeb alla mingis asustatud kohas, põhjustades ebauslike hulgas hirmu ning nõutust. Just nii oli lugu Itaalias 1813. a. märtsis.

1608. aasta «verevihma» põhjus oli veel ebatavalisem. Nagu tegi kindlaks üks pealtnägijaist, koosnesid selle «vihma» piisad tuule poolt parvedena kaasa toodud liblikate väljaheidetest! Need liblikad, mida tuul kandis edasi koos pilvega, jätsidki kõikjale oma «jäljed», mis olid väga sarnased verepiiskadega.

Teinekord põhjustavad selliseid «ebaharilikke» vihma vesipüksid. Ohu pöörleva liikumise tõttu valitseb nende keeriste sisemuses alati tugev hõrendus. Seepärast imeb vett või maad mööda kulgev keeris endasse kõik küllalt kerged esemed. Sel viisil tõusevadki kõrgele õhku vähid, meduusid ja kalad merest või konnad soost. Hiljem aga, kui keeris kaotab oma jõu, langevad need kusagil maismaal hämmastunud inimestele pähe.

Juhtub ka nii, et keeris imeb endasse kusagilt soost seisnud vett, mis on täis üliväikesi punast või punakat värvi taimi ja loomakesi. Selline vesi on punakas, roostevärviline, ja kui ta hiljem sajab kusagil vihmana alla, siis meenutavad selle vihma piisad verd.

Põhjamaal esineb mõnikord punane, «verine» lumi. Harilikult ilmub selline lumi ootamatult, ühe öö jooksul, ja sageli hirmutab harimatuid inimesi tugevasti. Ometi on ka see nähtus kergesti seletatav.

Väikseimate üherakuliste taimede hulgas leidub teatud punasevärviline vetikas, mis ei karda külma ja võib edukalt paljuneda isegi lumel. Seda vetikat nimetatakse lumivetikaks. Lumivetikas paljuneb erakordselt kiiresti. Aitab näiteks sellest, kui tuul kannab õhtul lumele mõned lumivetika eod — hommikuks katab lumivetikas lumepinda juba suurel maa-alal; lumi muutub punaseks!

Nii lihtsalt on seletatavad mitmesugused ebatavalised «vihmad». Nagu näete, tekivad sellised «ebaharilikud» nähtused kõige harilikumatel põhjustel.

3. MILLEST TEKIB TAEVAS VIKERKAAR

Kes pole näinud vikerkaart? See ilus taevanähtus esineb vihma ajal ja köidab alati meie tähelepanu. Sageli arvatakse, et ere, värvirikas vikerkaar ilmub ainult enne vihma lõppu. See ei ole õige. Paljudel juhtudel ilmub vikerkaar enne vihma algust. Vikerkaart võib vaadelda ka vihmast sõltumatult. Vaadake näiteks päikesest valgustatud veeprintsmeid purskkaevu juures, ja te märkate neis väikest vikerkaart, mis sarnaneb taevas esineva vikerkaarega. Et seda näha, tuleb seista seljaga päikese poole.

Endistel aegadel, kui inimesed veel väga vähe tundsid neid ümbritsevat maailma, peeti vikerkaart «taevalikuks ilmutuseks». Nii näiteks arvasid vanad kreeklased, et vikerkaar on jumalanna Irise naeratus.

Kirik küsis julmalt taga katseid seletada vikerkaare tekkimist teaduslikult. XVII sajandi alguses pandi kirikuvande alla ja mõisteti surma teadlane Dominis, kes püüdis seletada vikerkaare tekkimist looduslike põhjustega. Ta suri vanglas, jõudmata ära oodata hukkamist, kuid tema laip anti siiski välja karistuse täideviimiseks ja põletati!

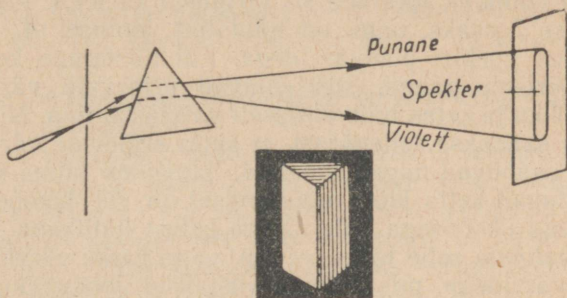
Vikerkaare õige teaduslik seletus anti pärast seda, kui oli selgitatud valge valguse olemus.

Ligikaudu 300 aastat tagasi avastas tšehhi teadlane Markus Marci, et valge päikesevalgus on liitvalgus. Marci valmistas mitmesuguseid lihvitud klaase ja vaatles, kuidas päikesevalgus neist läbi läheb. Kord võttis Marci katseks kiilukujulise tüki klaasi — k l a a s p r i s m a — ja asetas selle pimedas toas kitsa kiirtekimbu tee. Tagajärg oli ootamatu: toaseinale, kuhu pidi langema kolmetahulisest klaasprismast läbi läinud päikesekiir, ilmus mitmevärviline vikerkaare riba. Värviriba oli sarnane tõelise vikerkaarega; erinevad värvused asetsesid seal samas järjekorras kui vikerkaares ja läksid üksteisesse sujuvalt üle: punasele värvusele järgnes oranž, siis tuli kollane, roheline, helesinine, tumesinine ja violett.

Marci mõistis, et valge valgus on liitvalgus, mis teatud tingimustes jaguneb paljudeks värvilisteks kiirteks, moodustades vikerkaarevärvide ribad.

Hiljem selgitas inglise teadlane Newton, miks klaasprisma lahutab valge valguse värvilisteks kiirteks. Selgub, et päikesekiired prismast läbi minnes kalduvad oma esialgsest liikumissuunast kõrvale, m u r d u v a d. Seejuures

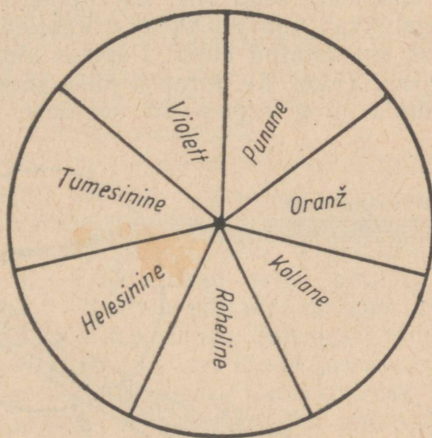
valge valguse koosseisu kuuluvad erineva värvusega kiired murduvad prisma erinevalt — ühed rohkem, teised vähem. Kõige vähem murduvad punased kiired, kõige rohkem —



Joon. 3. Klaasprisma lahutab valge kiire värvilisteks kiirteks.

violetseid. Erineva murdumise tõttu saavadki värvilised kiired nähtavaks, kui valge valgus läbib prisma.

Prisma nagu eraldaks värvilised kiired üksteisest. Muu-



Joon. 4. Selle ketta erinevate värvustega sektorid sulavad ketta pöörlemisel kokku valkjaks laiguks.

des klaasides — näiteks harilikus akn klaasis — murduvad värvilised kiired ühepalju, ja seetõttu näeme me ikka valget valgust.

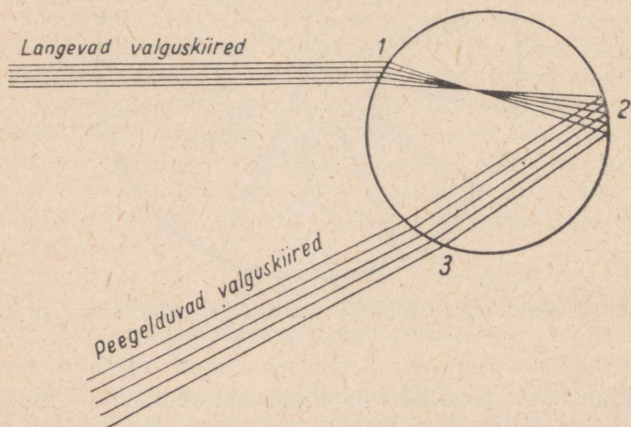
Valge valguse värvideks lahutamisel tekkivat mitmevärvilist riba nimetatakse **s p e k t r i k s**.

Et valge valgus koosneb erinevate värvustega kiirtest, seda on võimalik tõestada ka järgneva katsega. Pappketas jagatakse 7 osaks, nagu on näidatud joonisel 4, ja osad värvitakse spektri põhivärvidega. Kui niisugune ketas kiiresti pöörlema panna, siis sulavad erinevate värvustega ribad kokku ja ketas näib ühtlaselt valkjashallina. Niisugune tulemus saadakse sellepärast, et ketta erinevate värvustega osadelt saabuvad nägemismuljed, langedes silma võrkkestale, liituvad ketta kiirel pöörlemisel, ja sel kombel nagu segunevad üksteisega. Me näeme kettast hallikana ja mitte täiesti valgena selle tõttu, et on väga raske värvida ketta osasid värvidega, mis täpselt vastaksid loodusliku vikerkaare spektrivärvidele.

Pärast spektrivärvide avastamist sai selgeks, et ka vikerkaares me näeme päikesekiiri, mis on lahutatud spektriiks.

Aga kuidas toimub see looduses? Mis asendab siin klaasprismat?

Selgub, et vikerkaar tekib siis, kui Päikese kiired murduvad ja peegelduvad vihmapiiskades. Vaatleme selle nähtuse toimumist lihtsustatud kujul. Päikese kiired langevad veepiisale kohas 1. (joon. 5). Minnes piisa sisse, muudavad nad oma suunda ning lagunevad seejuures värvilisteks



Joon. 5. Valguskiirte murdumine veepiisas (skeem).

kiirteks. Värvilised kiired lähevad läbi piisa, peegelduvad tema tagumiselt siseküljelt (kohas 2) ja läbivad uuesti veepiisa. Sealt väljudes (kohas 3) murduvad nad veel kord ja langevad nüüd vaatleja silma. Seejuures (nagu klaasprismaski) kalduvad oma esialgsest suunast kõige rohkem kõrvale nähtava spektri violetsed kiired ja kõige vähem punased kiired.

Selline päikesekiirte murdumine tekib üheaegselt suures hulgas veepiiskades.

Et näha vikerkaart, peab vaatleja seisma seljaga Päikese poole, Päikese ja nende vihmapiiskade vahel, kus tekib kiirte murdumine. Et värvilised kiired väljuvad piisast mitmesuguste nurkade all, siis on selge, et igast piisast võib vaatleja silma sattuda vaid üks mingisugust värvi kiir. Ülejäänud kiiri, mis väljuvad samast piisast, vaatleja ei näe, nad mööduvad tema silmast kõrgemalt või madalamalt.

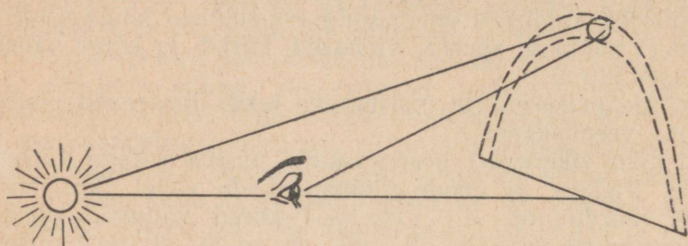
Kõige kõrgemal asetsevad piisad, millest tulevaid murdunud kiiri on veel võimalik näha, saadavad vaatleja silma ainult punaseid kiiri, mis kalduvad murdumisel oma suunast kõige vähem kõrvale. Madalamal asetsevaist piiskadest langevad silma juba oranžid kiired. Piisad, mis on veeli madalamal, saadavad silma kollaseid kiiri, ja nii edasi kuni violetsete kiirteni, viimased kaasa arvatud. Naaberpiiskade poolt peegeldatud kiired sulavad ühte, ja vaatlejad näevad sel kombel rida värvilisi vööte — alates ülemisest punasest kuni alumise violetseni.

Kuid miks me näeme vikerkaart kaarekujulisena? Ka see seletub küllaltki lihtsalt. Ühendage mõttes Päike kõigi punktidega, mis asetsevad näiteks vikerkaare punasel vöödil. Siis saate koonuspinna, mille telg läheb läbi vaatleja silma (joon. 6). Kõik piisad sellel pinnal, mis asuvad võrdsel kaugusel vaatleja silmast, on ühesuguses asendis nii Päikese kui ka silma suhtes. Seepärast langevad kõigist neist piiskadest vaatleja silma ainult punased kiired. Kokku sulades nad annavadki punase kaarekujulise triibu. Samasuguse, kuid oranži värvusega triibu annavad madalamal asetsevad piisad jne.

Nii tekib vikerkaar, mis on nähtav senikaua, kuni vihmapiisad langevad küllalt tihedasti ja ühtlaselt.

Vikerkaare heledus sõltub vihmapiiskade hulgast õhus ja nende suurusel. On kindlaks tehtud, et mida suuremad on piisad, seda heledam on vikerkaar. See ongi põhjuseks, mis-

pärast vikerkaar on eriti hele lühiajalise suvise vihma ajal, kui sajab tihedalt jämedaid piisku. Samuti on märgatud, et sõltuvalt piiskade suurusest muutub ka vikerkaare välimus



Joon. 6. Vikerkaare tekkimine (skeem).

— tema üksikute triipude laius ja heledus. Nii näiteks annavad piisad läbimõõduga 0,5 kuni 1 millimeeter vikerkaares heleda violetse ja rohelise triibu, kuid väga nõrga helesinise triibu. Tunduvalt väiksemate piiskade puhul on vikerkaares punane triip nõrgalt nähtav, kuid tugevamini paistab kollane. Piisad läbimõõduga 0,1 mm ja pisut vähemad annavad ilusa ereda vikerkaare, natuke laiema kui harilikult, aga puhas punane värvus puudub selles täiesti. Kui vikerkaares on selgesti märgatav valge riba, siis tähendab see, et vihmapiiskade suurus ei ületa 0,03 millimeetrit.

Üldiselt, mida väiksemad on vikerkaart tekitavad veepiisad, seda kahvatumad on tema värvid ja seda laiem, on vikerkaar.

Niisiis, vikerkaare välimuse järgi võib kindlaks määrata vihmapiiskade suuruse.

Üliväikesed veepiisad, mis moodustavad udu ja pilvi, vikerkaart ei tekita. Kui päike on horisondil, siis näeme vikerkaart täieliku poolringi kujul. Sedamööda kuidas päikese kõrgus suureneb, hakkab vikerkaar järk-järgult vähenema, laskudes horisondi poole. Kui Päike tõuseb üle horisondi rohkem kui 42 kraadi võrra, siis kaob vikerkaar horisondi taha (kraad on ringi kaare mõõduühik; üks kaarekraad on $\frac{1}{360}$ osa ringjoonest. Kuu ketta näiv läbimõõt on näiteks $\frac{1}{2}$ kraadi). Just sellepärast ei ole suvisel keskpäeval vikerkaart kunagi näha. Pärast lõunat, kui Päike lasub madalamale, muutub vikerkaar jälle nähtavaks.

Maapinnalt ei ole võimalik vikerkaart näha rohkem kui

poole ringi ulatuses. Kui aga tõusta maapinnast kõrgemale, siis võib vikerkaart näha peaaegu täieliku ringina.)

Enamasti me näeme taevas üht vikerkaart, kuid sageli esineb ka juhtumeid, kus ilmuvad üheaegselt kaks vikerkaart, mis asetsevad üksteise kohal (joon. 7). Seejuures on



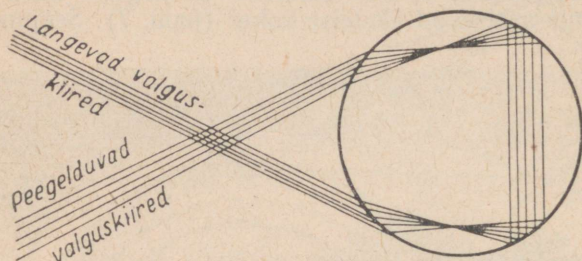
Joon. 7. Kahekordne vikerkaar.

teises vikerkaares värvid paigutatud vastupidises järjekorras: vikerkaare ülemine serv on violetne, alumine serv — punane.

Selle nähtuse põhjus on samuti kindlaks tehtud. Kahekordne vikerkaar tekib sellest, et päikesekiired peegelduvad kaks korda veepiiskades, mis asetsevad kõrgemal harilikku vikerkaart tekitavatest piiskadest. Valguse selline kahekordne peegeldumine veepiisas on kujutatud joonisel 8. Võrreldes valguse lihtsat peegeldumist veepiisas (vt. joon. 5) valguse kahekordse peegeldumisega, on kerge veenduda, et kui lihtsal peegeldumisel langeb silma punane kiir, siis kahekordse peegeldumise korral näeb vaataja violetset kiirt.

Kahekordse vikerkaare tekkimine on skemaatiliselt näidatud joonisel 9.

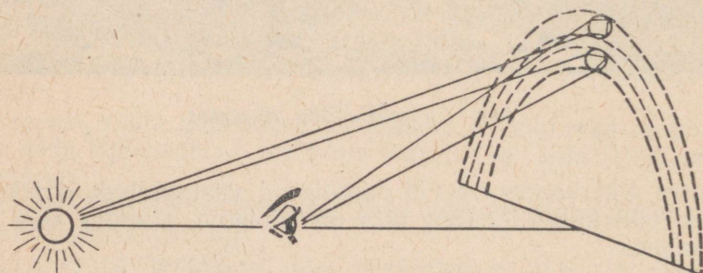
Kahekordsel peegeldumisel veepiisas on valguse kaod suuremad, seepärast on teise vikerkaare heledus alati väiksem, ta on kahvatum.



Joon. 8. Päikesekiirte kahekordne murdumine veepiisas (skeem).

Võib näha, kuigi harva, veelgi suuremat arvu vikerkaari — kolme, nelja ja isegi viit vikerkaart korraga!

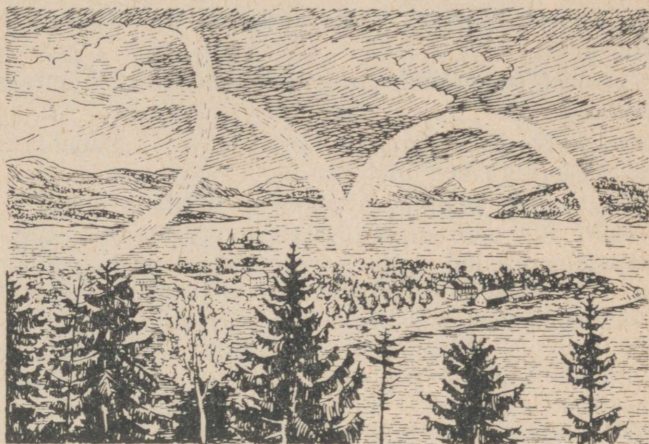
Sellist huvitavat nähtust vaatlesid näiteks leningradlased 24. septembril 1948. aastal, kui Neeva kohal pilvede keskel ilmusid pärastlõunal nähtavale neli vikerkaart.



Joon. 9. Kahekordse vikerkaare tekkimine (skeem).

Niisugune nähtus esineb tänu sellele, et vikerkaar võib tekkida mitte ainult otsesest päikesevalgusest, vaid tihti ilmub ta ka Päikese peegeldunud kiirtes. Seda võib tähele panna merelahtede, suurte jõgede ja järvede kallastel. Mitmekordsed üheaegselt nähtavad vikerkaared tekivadki tihti ülalmainitud põhjusel. Kolm-neli niisugust harilikku ja peegeldunud vikerkaart, mis võtavad taevast, pakuvad mõnikord väga ilusat vaatepilti.

Veepinnalt peegelduvad päikesekiired levivad alt ülespoole ja nendes kiirtes tekkiv vikerkaar võib mõnikord omandada hoopis ebahariliku kuju: «jalad ülespidi» (joon. 10).



Joon. 10. Vikerkaare harvaesinev kuju.

Lõpuks jutustame lühidalt kuuvikerkaarest. Harilikult arvatakse, et vikerkaar esineb ainult päeval. Tegelikult tekitab vikerkaar ka öösel, kuigi ta on siis alati nõrgem ja väga harva nähtav. Sellist vikerkaart võib vaadelda pärast öist vihma, kui Kuu tuleb pilvede tagant nähtavale. Vikerkaar ilmub Kuule vastaspoolel taevaosal.

4. HALO JA PÄRJAD

Möödunud aegadel oli palju igasuguseid ebausklikke eelarvamusi seotud valepäikeste, helendavate ringide, vöötide ja ristide ilmumisega taevavõlvile. Kõik need nähtused, mis kannavad nime halo, mõjutasid inimeste kujutlusvõimet eriti tugevasti. Selliste taevanähtuste põhjus oli kaua aega teadmata, ning neid kõiki peeti imedeks. Harimatud inimesed nägid neis «taevamärke», jumala tahte avaldust. Valepäikese, helendava risti või joone taevasse ilmumist sidusid möödunud sajandite ajaloolased alati

mingi sündmusega maa elus: sõjaga, taudiga või kuninga surmaga. Kaasajal annab teadus nendele nähtustele õige seletuse. Kuid ka tänapäeval, vaadeldes aeg-ajalt taevas esinevaid mitmesuguseid, mõnikord väga ebaharilikke valgusnähtusi, hämmastub isegi eelarvamusteta ja ebausust kaugel seisev inimene: kuidas võivad taolised asjad toimuda?

Tõepoolest, halonähtused on tihti võimelised hämmastust põhjustama.

Näiteks võis Peterburis 29. juunil 1790. a. vaadelda imetusväärse kujuga keerulist halo.

Umbes kell 8 hommikul tekkisid Päikese ümber kaks vikerkaart, üks suurem, teine väiksem. Ülevalt ja alt liitusid nendega eredad, lai sarvi meenutavad poolkaared (joon. 11). Päikese ja vikerkaared lõikas läbi valge vööt, mis vöötas taevast paralleelselt horisondiga. Kohtadel, kus see vööt ristus väiksema vikerkaarega, särasid 2 valepäikest; nende Päikese poole pööratud küljed olid punased, vastasküljed aga läksid üle väljavenitatud helendavateks sabadeks. Kolme samasugust helendavat laiku nähti valgel vöödil Päikesele vastaspoolisel taevaosal, ja kuues hiilgas väiksemal vikerkaarel Päikesest kõrgemal!

Kõik see püsis taevas umbes viis tundi.

Kirjeldatud keeruline halo on suur haruldus. Hoopis sagedamini esinevad nii päeval kui ka öösel (kuuvalgel) samad, kuid üksikult ilmuvad helendavad figuurid: üksik helendav vikerkaarevärviline ring, üksik helendav vööt või kaar, valepäikesed. Harvemini on näha selliseid halo vorme, nagu helendavad sambad ja ristid.

Mis on selle imeteldava, «ebahariliku» loodusnähtuse põhjuseks?

Halo võib taevas näha siis, kui Päikest või Kuud katavad poolläbipaistvad pilved — kiudkihtpilved või kiudrunkpilved. Nende pilvede kõrgus on harilikult 5—6 kilomeetrit ja nad koosnevad üliväikestest õhus hõljuvatest jääkristallidest.

Mitte igasugused kiudpilved ei anna eredat, hästi märgatavat halo. Selleks on vaja, et pilved ei oleks liiga tihedad ja et õhus oleks samal ajal piisav hulk jääkristalle.

Halo tekib valguse peegeldumise ja murdumise tulemusena nendes kristallides. Ta võib tekkida ka selges, pilvi-

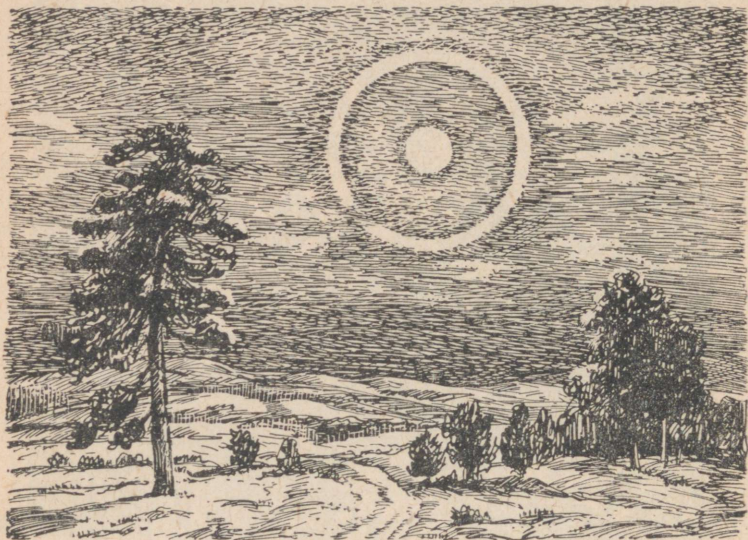
tus taevas. See toimub siis, kui õhus leidub küllalt palju üksikuid jääkristalle, ilma et neist oleksid moodustunud pilved.



Joon. 11. Keeruline halo 1790. a.

Peale selle on ereda halo tekkimiseks vajalik, et jääkristallid oleksid korrapärase kujuga. Selliste korrapärase kristallide põhikujuks on kuuetaahuline püstprisma. Kuuetaahulised jääkristallid tekivad korrapärestena siis, kui nende moodustumine ei toimu väga kiiresti.

Valguskiir, läbides korrapärasest kuustahukat, murdub. Kui niisugust kuustahukat pöörata ümber tema telje, siis ühest kristalli tahust sisenev valguskiir väljub tema teistest tahkudest mitmesuguste nurkade all. Nende nurkade hulgas leidub mingisugune väikseim nurk, mis kuuetaahulise prisma pööramisel muutub suhteliselt aeglaselt. Tänu sellele näi-



Joon. 12. Halo Kuu ümber.

vad meile kõikvõimalikes asendites õhus hõljuvatest ja oma aeglase langemise juures pöörlevatest kristallidest kõige tugevamini valgustatuna need kristallid, mille asend põhjustab kõige väiksemat valguskiirte kõrvalekaldumist. Ainult nendest kristallidest langevad meie silma murdunud kiired. Nagu arvutus näitab, asetsevad niisugused kristallid nagu teatud kindlas kauguses Päikese ümber. Selles kohas näibki taevast meile tugevalt valgustatuna, taevasse ilmub helen-dav ring — halo.

Tekkiva ringi näiv raadius on ligikaudu 22 kraadi, s. o. vaatlaja näeb selle ringi raadiust 22-kraadise nurga all.

Nagu teame, prismast läbi minnes valguskiir mitte ainult

ei murdu, vaid laguneb ka oma koostisosadeks — värvilisteks kiirteks, tänu viimaste erinevale murdumisele prismas. Seepärast värvub helendav rõngas Päikese ümber vikerkaarevärviliseks; ringi sisemine osa on punast, välimine osa aga sinakat värvi.

Ringi sees näib taevast tumedamana.

Samasugust, ainult vähem eredat ringi võib näha öösel ka Kuu ümber (joon. 12).

Harvem esineb teistsugune halo — ring, mille raadius on taevast nähtav 46-kraadise nurga all. See tekib valguse murdumisel jääkristallides nende külgtahkude ja põhjade vahel, mis moodustavad omavahel täisnurga.

Nii ühel kui teisel juhul on aga enamasti näha mitte terve ring, vaid ainult selle üksikud osad (näiteks ülemine osa).

Nii tekivad ringikujulised halonähtused.

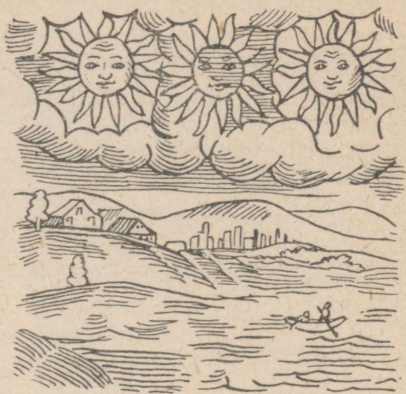
Valepäikestega halonähtused võivad ilmuda taevasse siis, kui Päike on madalal horisondi kohal. Valepäikesed asetsevad Päikesega ühel kõrgusel ja on tavaliselt temast 22 ning 46 kaarekraadi kaugusel, tunduvalt harvem ka 90 ja 180 kraadi kaugusel.

On kindlaks tehtud, et selline halo tekib siis, kui õhus hõljuvate jääkristallide teljed ei asetse ruumis korrapäraolt, vaid vertikaalselt ja horisontaalselt.

Valepäikesed on tihti väga heledad, seepärast ongi ajaloos säilinud jutustused mitmest taevasse ilmunud päikesest.

Valepäikesed on küllalt sageli esinev nähtus. Siberis on valgetele laikudele Päikese lähedal antud nimeks «на-солнцы» («kõrvalpäikesed»), nendega ollakse seal harjunud ja nad ei kutsu esile mingit ebausklikku hirmu.

Niisugused on valguse murdumisega seotud halonähtuste põhilised vormid.



Joon. 13. Vanaaegne joonis, mis kujutab kolme päikest.

Huvitavad valgusnähtused on seotud ka valguse peegeldumisega jääkristallidelt.

Nii esineb 22-kraadilise näiva läbimõõduga ringikujuline halo lumel; see tekib päikesekiirte peegeldumise tõttu lumepinda katvatelt jääkristallidelt.



Joon. 14. Helendav sammas taevas.

Aeg-ajalt ilmub õhus nähtavale hele püstloodis sammas (joon. 14), pikkusega kuni 40 kraadi, mis asetseb Päikese või Kuu kohal. Seda nähtust pannakse tähele siis, kui Päike

või Kuu asetsevad horisondi ligidal, sellest mõne kraadi võrra ülal- või allpool.

Selliste sammaste tekkimine on samuti seotud valguskiirte peegeldumisega atmosfääris hõljuvatelt jääkristallidelt. Peegeldumine võib olla harilik, prismade esitahkudelt kui ka sisepeegeldumine prismade tagumiste tahkude sise-pinnalt (valguskiire langemise suunas).

Meenutage, et Kuu, Päikese ja ka iga teise valgusallika kujutis, peegeldudes virvendavalt veepinnalt, näib meile läinetes peegeldumise tõttu tugevasti pikaksvenitatuna. Samasugune peegeldumisnähtus tekib teatud tingimustel ka õhus, kus peegeldajate osas esinevad väikesed jääkristallid.

Nagu katsed ja arvutused näitavad, toimub see valguse peegeldumisel õhus hõljuvate jääkristallide horisontaalsetelt tahkudelt.

Tihti ulatub helendav sammast Päikesest nii üles- kui ka allapoole.

Talvel, tugevate külmade ajal, võib näha kaht sammast — kummalgi pool Päikest. Niisugused sambad on ringikujulise halo kaare osad (ringi tervikuna ei ole näha).

Peegeldumise tõttu tekib ka horisontaalne, taevast vöötav hele vööt. Sel puhul valguskiired peegelduvad õhus hõljuvate jääkristallide vertikaalsetelt tahkudelt.

Ja lõpuks on niisama kerge seletada helendavate ristide ilmumist, mis veel tänapäevalgi erutavad ebausklikke inimesi.

Ristid moodustuvad sel juhul, kui helendavad vertikaalsed sambad — halo-ringi kaare osad — lõikuvad Päikese juures nähtava horisontaalse ringi osaga. Teistel juhtumitel on võimalik Päikese kohal helendava samba lõikumine vikerkääre-ringi ülemise osaga.

Kõiki kirjeldatud halovorme on võimalik sagedamini näha külma kliimaga maades.

Nõukogude teadlane A. P. Moissejev uurib alates 1917. aastast mitmesuguseid Moskva rajoonis esinevaid halonähtusi. Ta on kindlaks teinud, et mõned halonähtused esinevad Moskva taeval väga tihti. Näiteks ringikujulist halo võib näha igal aastal keskmiselt 110 korda! Kõige sagedamini esinevad nad suvekuudel.

Ka valepäikeste ilmumine ei ole meil haruldane nähtus. A. P. Moissejevi vaatluste järgi võib neid näha keskmiselt

25 korda aastas, enamasti talvel. Paljudel juhtudel ei jää need helendavad laigud ereduse poolest Päikesest maha.

Halo keerulisemad vormid esinevad tunduvalt harvem. 25 aasta jooksul nägi A. P. Moissejev neid 109 korda, neist 43 korda talvel.

Teadlane tegi kindlaks, et on olemas teatud sõltuvus halo-nähtuste arvu ja päikeseplekide arvu vahel.

Teiseks atmosfääris esinevaks optiliseks nähtuseks, millele inimesed juba ammu tähelepanu pöörasid, on p ä r j a d, mis ilmuvad udustel päevadel ja öödel Kuu, Päikese ja mõnikord ka heledate tähtede ümber. Neid pannakse tähele ka siis, kui Päike ja Kuu kattuvad õhukese pilvelooriga.

Pärjad on samuti vikerkaarevärvilised, kuid värvid asetsevad siin vastupidises järjekorras (võrreldes haloga): pärja sisemisel osal on sinakas värvus, välimine osa on punane. Mõnikord võib nende vahel näha kollakat värvust.

Tihti liituvad sellisele pärjale veel mõned värvilised rõngad.

Pärgade mõõtmed on mitmesugused. Kord sulavad nad Päikese või Kuuga peaaegu ühte, kord seisavad neist mõne kraadi võrra eemal.

Helendavate taevakehade ümber vikerkaarevärviliste pärgade tekkimise põhjus peitub nn. valguse difraktsioonis. Difraktsioon seisneb selles, et teatud tingimustes valge valguse kiired kalduvad kõrvale oma sirgjoonelisest teest ning lagunevad seejuures värvilisteks kiirteks. See toimub näiteks siis, kui valgus läheb läbi väga väikeste avade. Seda võib näha lihtsate katsete abil. Vaadake valgusallikale läbi linnusule, ja te näete vikerkaarevärvilisi ringe. Valguskiired, läbides sule peeni pilusid, alistuvad difraktsioonile. Sama efekti võib näha, kui vaadelda Päikest läbi musta paberilehe, millesse on tehtud palju väga väikesi auke.

Kuidas aga toimub valguse difraktsioon õhus?

Valguse difraktsiooni õhus võib näha, kui valguskiired lähevad läbi pilvi moodustavate üliväikeste veepiisakeste või jääkristallikeste vahelt.

Veepiiskadest koosneva pilve puhul ei ole pärjad nii heledad. Ilusaid vikerkaarevärvilisi pärgi näeme ainult väikesest jääkristallidest koosnevate pilvede puhul.

Pärja tekkimiseks on peale selle vajalik, et veepiiskade ja jääkristallide suurus pilves oleks enam-vähem ühtlane.

Mida suuremad on pilves piisad ja kristallid, seda väiksemad on pärjad oma mõõtmetelt. Seepärast juhul, kui pilves toimub veepiiskade või jääkristallide järkjärguline kasvamine, muutub pärg järjest väiksemaks ja lõpuks pole enam märgatav.

Suureks paisunud jääkristallid võivad põhjustada halo tekkimist.

Vikerkaarevärvilise pärja tekkimist valgusallika — lambi — ümber võib tihti näha siseruumis, kus õhus on palju auru, näiteks kuumaks köetud saunas.

Kõiki optilisi nähtusi atmosfääris uurib teadus, mida nimetatakse atmosfääri optikaks. Sellel alal töötavad edukalt nõukogude teadlased. Uurides mitmesuguseid nähtusi, mis on seotud valguse läbiminekuuga atmosfäärist, nad mitte ainult ei anna neile nähtustele õige, materialistliku seletuse, vaid kasutavad ka saadud teadmisi teaduse edasiarendamiseks ja ilmastiku ennustamiseks teaduslikul alusel.

Pärgade vaatlemine aitab kindlaks määrata pilvi moodustavate mitmesuguste jääkristallide ja veepiiskade suurst: see aga võimaldab omakorda täpsemalt uurida pilvede «elu».

Pärgade ja halo vaatlemine võimaldab ka teaduslikult ilma ennustada.

Kui näiteks tekkinud pärg järk-järgult väheneb, siis näitab see, et piisad ja kristallid pilvedes suurenevad, tähendab, võib oodata sademeid. Vastupidi, pärgade suurenemine kuulutab ette kuiva, selget ilma.

Suvel esineb see halonähtus kuiva ilma puhul.

5. MIRAAZID

Tutvustame «ebaharilike» optiliste nähtustega, mis on seoses valguse läbiminekuuga atmosfääri kõrgetest kihtidest.

Kuid valguse mäng toimub ka kõige madalamates õhukihtides, maapinna lähedal.

Oleme harjunud arvama, et puhtas õhus levib valgus rangelt sirgjoont mööda. Tegelikult see pole kaugelki nii. Meid ümbritsev õhk ei ole ühtlane keskkond, ta koosneb mitmesuguse tihedusega kihtidest. Kaugest esemest vaatelemani kulgev valguskiir paindub selle tulemusena alati kõverjooneliseks. Siin toimub meile tuttav valguse murdu-

mise nähtus üleminekul ühest keskkonnast teise, ainult selle vahega, et valguskiire kulgemisel keskkonnas, mille tihedus järk-järgult muutub, ei toimu nii järsku murdumist nagu näiteks vee ja õhu piiril; valguskiir kõverdub õhus järk-järgult. See seletub asjaoluga, et kõrvuti asetsevatel õhukihtidel ei ole kunagi kindlat piiri, mis eraldaks hõredama kihi tihedamast.

Valguskiire kõverdumist Maa atmosfääris nimetatakse m a a r e f r a k t s i o o n i k s.

Selle nähtusega puutume kokku iga päev. Valguse refraktsiooni tõttu näivad kõik kauged esemed meile pisut kõrgemal ja natuke ligemal olevat, kui nad on tõeliselt. Me ei märka seda nähtust vaid seepärast, et näeme selliselt kõiki kauged esemeid.

Samal põhjusel me näeme Päikest ja Kuud veel mitme minuti kestel pärast seda, kui nad on juba laskunud horisondi taha. Tänu sellele suureneb päeva pikkus keskmistel laiustel 10—15 minuti võrra. Viimane näide kuulub astronoomilise refraktsiooni valdkonda.

Harilikult põhjustab valguse refraktsioon atmosfääris ainult vaadeldavate esemete väikest nihkumist ning pole seepärast märgatav. Kuid vahel on ka teisiti. Mitmesugustel põhjustel erineb mõnikord kõrvuti olevate alumiste õhukihtide tihedus järsult. Kauged esemed paistavad meile siis tihti muutunudena: ümberpööratuina, moonutatutena, äratundmatuseni suurendatutena või vähendatutena; tekib hämmastav nähtus, nn. m i r a a ž (kangastus, õhupeegel-dus).

Ajaloost on teada suur hulk mitmesuguste miraažide kirjeldusi.

Selle suurepärase optilise nähtuse üks esimesi kirjeldusi pärineb juba antiikajast, olles ligi kaks tuhat aastat vana.

«Aafrikas juhtub imetusväärseid asju. Mõnel aastaajal, eriti täieliku tuulevaikuse korral, ilmub õhus mitmesuguste liikuvate ja liikumatute metsloomade kujutisi. Need metsloomad kord nagu jookseksid vaataja eest ära, kord nagu jälitaksid teda; nad on kohutavalt suured, nii et hirmutavad kõiki, kes pole säärase vaatamängudega harjunud. Jõudes vaatajani, ümbritsevad nad tema keha nagu külma uduga. Rändurid kardavad seda nähtust väga, kuid kohalikud elanikud ei pööra talle mingisugust tähelepanu.»

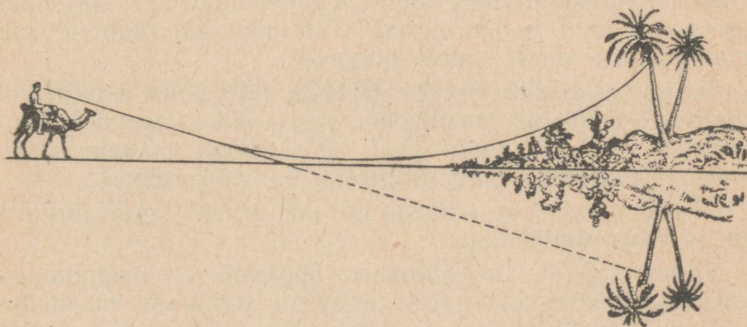
Miraaž on sagedane nähtus kõrbes. Kes poleks kuulnud jutustusi sellest, kuidas rändurite karavani ees ilmub hori-

sondile suur järv. Väsinud inimesed ja kaamelid kiirendavad käiku. Kuid möödub pisut aega, ning kaugel viirastuslik järv kaob — see oli vaid miraaž.

Mõnikord annab valguse refraktsioon atmosfääris nagu kõverpeeglis kaugetest esemetest niivõrd moonutatud kujutised, et õhus tekivad läiesti fantastilised pildid.

Ootamatud ja kummalised nägemused — valguse mängu sünnitised atmosfääris — tugevdasid minevikus inimeste usku üleloomulikesse jõududesse. Harimatud ja ebausklikud inimesed arvasid, et miraaž on õhuvaimude töö, kes narriavad väsinud teekäijaid. Teinekord, kui õhus ilmus mingi ilus fantastiline pilt, mõtlesid inimesed, et nad näevad taevase paradiisi vastupeegeldust.

Paljudes idamaa muinasjuttudes jutustatakse kurjast feest Morganast, kes armastab inimesi narrida. Tema ongi see, kes näitab väsinud matkajale lämmatavalt kuumas kõrbes algul linna, siis järve ja ahvatlevaid puid, mis kaovad jäljetult, kui inimesed neile lähenevad. Sellepärast nimetatakse muhtlikku miraaži meie ajani *f a t a m o r g a a n a* k s («fatamorgaana» tähendab «fee Morgana»).



Joon. 15. Alumise miraaži tekkimine (skeem).

Kuidas siis tekivad atmosfääris õhuvirastused-miraažid? Kuidas seletab teadus niisuguseid nähtusi?

On teada, et temperatuuri muutudes muutub tunduvalt ka õhu tihedus: kuumenedes õhk paisub ja hõreneb, jahtudes aga tõmbub kokku ja muutub tihedamaks.

Kujutleme kivist kõrbemaastikku palaval suvepäeval. Kuumalt hõõguvad kivid ja liiv annavad oma soojust

maapinna läheduses olevale õhule. Selle tulemusena atmosfääri madalad kihid kuumenevad väga tugevasti ja muutuvad tunduvalt hõredamaks kõrgemal asetsevaist kihtidest. Kuidas kulgevad niisuguses õhus kaugetest esemetest lähtuvad valguskiired? Nad kulgevad järgmiselt (vt. joon. 15).

Valguskiir, liikudes vaatileja poole, läbib mitmesuguse tihedusega õhukihte. Minnes tihedamatest õhukihtidest hõredamatesse, kõverdub ta tugevasti hõredama õhukihi suunas. Kõverdumine võib viia selleni, et valguskiir nagu peegelduks alumiselt õhukihilt. Siis tõuseb ta uuesti kõrgemale, tihedamasse õhukihti ja jõuab vaatileja silma. Sel kombel puu, mille normaalset kujutist vaatileja näeb läbi ülemiste õhukihtide, peegeldub lisaks veel alumistes õhukihtides — vaatileja näeb teda «kummulipööratud» asendis.

Seejuures võib tihti näha veepinna kujutist, millel nagu peegelduksid puud, põõsad, kivid.

Tegelikult on see taeva überpööratud kujutis, mis tekitab suure järve läikiva veepinna mulje.

See on niinimetatud alumine miraaž. Nagu juba öeldud, tekib ta siis, kui maapinna lähedal asetsevad õhukihid on tunduvalt tugevamini kuumenenud kui kõrgemal asetsevad kihid. Sellist miraaži võib näha, kui vaatileja asub madalal ja esemest suurel kaugusel.

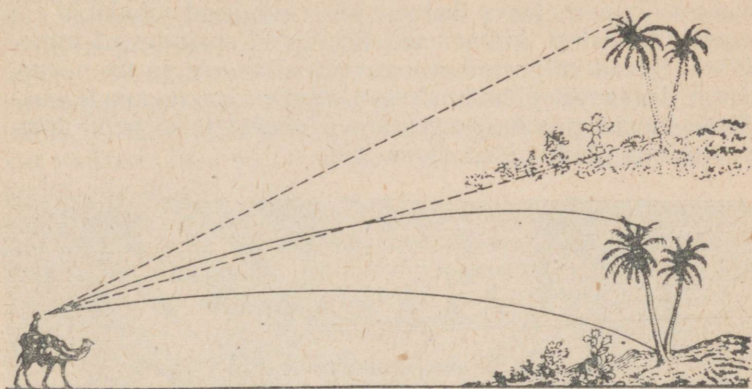
Suvisel ajal võib alumist miraaži tihti näha asfaldi või gudrooniga kaetud maanteedel, mida päike tugevasti kuumendab. Tee sile, tuhm pind näib eemalt vaadates nagu veega ülevalatuna ning peegeldab kaugeid esemeid.

Õhuviiirastustel on alumise miraaži korral sageli hiiglaslik ja moonutatud kuju.

Varahommikul, kui alumised õhukihid on maapinnaga kokkupuutumise tõttu veel tugevasti jahtunud, on ülemised õhukihid alumistest soojemad. See nähtus, mida nimetatakse temperatuuri inversiooniks, kutsub mõnikord esile nn. ülemise miraaži tekkimise. Niisuguse miraaži skeem on näidatud joonisel 16.

Ülemise miraaži korral võib näha nii eseme päripidist kui ka überpööratud kujutist, mis ripuvad õhus. Esineb ka niisuguseid juhtumeid, kus õhus on näha k a h e k o r d n e ü l e m i n e m i r a a ž — päripidine ja überpööratud kujutis koos. Sellist nähtust võib tähele panna, kui atmosfääris leidub ebaühtlaselt jaotatud mitmesuguse tihedusega õhukihte.

Temperatuuri inversiooni (sõna «inversioon» tähendab «ümberasetamine») võib kõige sagedamini märgata põhja-

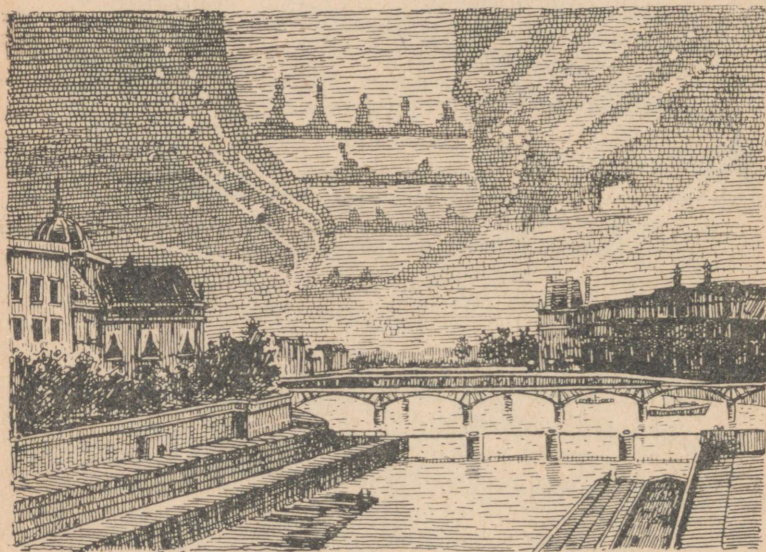


Joon. 16. Ülemise miraaži tekkimine (skeem).



Joon. 17. Kahekordne ülemine miraaž põhjamaal.

maal talvisel ja kevadisel ajal, kui lõunatuuled toovad kohale sooja õhku. Seejuures on alumised õhukihid lumekatte poolt jahutatud, ülemised õhukihid aga jäävad soojaks. Seepärast võib ülemist miraaži eriti tihti näha polaarmaades, samuti mere kohal, kus alumised õhukihid on sageli ülemistest külmemad. Sel juhul painduvad atmosfääri läbivad valguskiired tugevasti allapoole, ja me näeme üleval, laeva või jäämäe tõelise kujutise kohal, nende kaksikeegeldust, mis on peegeldunud ülemistelt kõrgema temperatuuriga õhukihtidelt (joon. 17).



Joon. 18. Ülemine miraaž linna kohal.

On teada juhtumeid, kus ülemise miraaži korral on õhus nähtud tervet tuledes säravat linna, peegeldununa «pea alaspidi». Niisugust suurepärast pilti nähti 1869. aastal Pariisis kuuvalgel: taevas olid selgesti näha selle linna paljude hoonete ja tänavate kujutised (joon. 18).

Merel nähakse ülemise miraaži korral kaugete, allpool horisonti asuvate saarte ja laevade kujutisi.

«Ma nägin binoklis nii selgesti laeva kontuure ja taglast,» kirjutas üks polaarreisija, «et ma kõhklemata tunnistasin selle oma isa laevaks. Hiljem, võrreldes oma logiraa-

matut tema omaga, veendusime, et olime üksteisest 55 kilomeetri kaugusel» — s. o. nad ei võinud üksteist näha.

Möödunud aegadel liikus meremeeste hulgas legend «lendavast hollandlasest» — laevast, millel olevat purjetanud surnud. Kohtumist selle laevaga peeti ebausklikke madruste hulgas suureks õnnetuseks — see ennustas laevahukku. Surnute laev ei võinud muidugi olla midagi muud kui väljamõeldis, kuid paljud meremehed on korduvalt jutustanud, et nad on kohanud sellist laeva. See purjetas täielikus vaikuses otse nende suunas, ei vastanud signaalidele ja kadus siis järsku udusse.

On väga tõenäoline, et niisugused jutustused, samuti kui kogu legend «lendavast hollandlasest» on meremeeste poolt nähtud ülemiste miraažide tagajärg.

Suvisel ajal võib näha veel üht miraaži liiki — külgmist miraaži. See toimub päikese poolt tugevasti kuumendatud seina ääres olevates õhukihtides. Siin täidab sein kuumendatud maapinna osa. Seina ligidal olev õhukiht soojeneb tugevamini ja on hõredam; kõrvalolev õhukiht on aga tihedam. Nende kihtide kokkupuutepinnal võibki täheldada valguskiirte peegeldumist. Kui seista seina juures ja vaadata piki seina, võib näha seina ligidal asetsevate esemete kahekordset kujutist — otsest ja peegeldunud kujutist.

Külgmine miraaž võib olla kahe- või kolmekordne.

Miraaž on nähtav ainult tuulevaikuses, sest tuulega segunevad erineva tihedusega õhukihid ja miraaž ei saa tekkida.

Kui aga erineva tihedusega õhukihid liiguvad aeglaselt, muudavad üksteise suhtes oma asukohta ja tungivad üksteisesse, siis tekib haruldane nähtus — fatamorgaana ehk liikuv miraaž.

Fatamorgaana tekitab veelgi hämmastavamaid ja fantastilisemaid pilte, hirmutades ebausklikke inimesi. Kuid ka see nähtus on vaid valguse «mäng» atmosfääris.

Fatamorgaana muinasjutulised pildid on eriti eredad polaarmaades (kuigi see nähtus esineb ka kuumades kõrbertes — vt. liikuva miraaži kirjeldust lk. 28).

Üks polaarreisija kirjeldab liikuvat miraaži järgmiselt:

«Horisont oleks nagu kaheks jagunenud, ja kaugel selle taga asetsevad esemed tõusid kõrgele ning rippusid õhus, muutes lakkamatult kuju. Jäämäed ja jääväljad, rannikujooned küngaste ning orgudega ilmusid äkki nähtavale. Nad säilitasid mõne minuti kestel oma kontuurid, tõusid kõrgemale ja laskusid madalamale, venisid laiemaks, kitse-

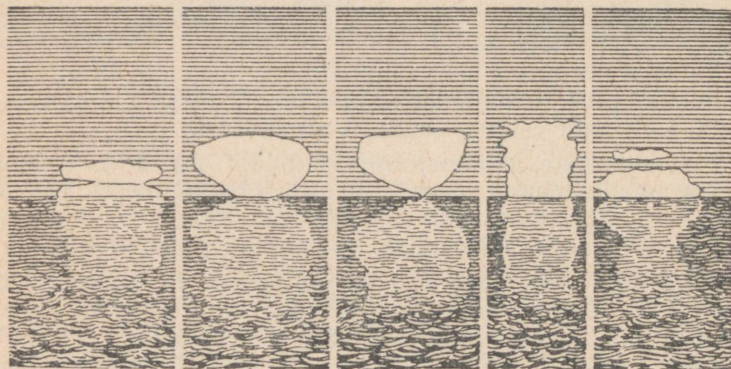
nesid ning lõpuks kadusid. Kõik need muutused toimusid kiiresti nagu kaleidoskoobis. Horisondi kohal tulid nähtavale kõige ebaharilikumad figuurid, mida ainult võib ette kujutada. Kord ilmus midagi kellatorni või mäetipu taolist, kord rist, kord mõök, kord nagu inimkujud; siis asendus see kõik jäämäe selgete kontuuridega, mis kerkis kõrgusse nagu kindlus.

Jääväljad võtsid puude ja loomadega ülekülvatud tasan-dike kuju. Karud, koerad, linnud ja inimesed tantsisid meie ees õhus, hüpates mõnikord merepinnalt üles taeva poole... Võimatu on kirjeldada seda imelikku ja suurepärast vaatemängu. Nägemus nägemuse järel ilmus nagu nõiaväel ja kadus siis niisama ruttu.

Selline etendus kestis suurema osa päevast, kuni tugev põhjatuul selle järsku lõpetas.»

Peale maa refraktsiooni, mis kutsub esile ülalkirjeldatud miraažinähtused, on olemas, nagu juba mainitud, ka astronoomiline refraktsioon. Valguskiired, mis tulevad kaugetelt taevakehadelt läbi Maa atmosfääri, kalduvad samuti oma sirgjooneliselt teelt kõrvale. Ainult ühel juhul on astronoomiline refraktsioon võrdne nulliga: kui taevakeha on seniidis, s. o. meie pea kohal ja tema kiired langevad vaateleja silma püstloodis. Kõigil muudel juhtudel me näeme helendavat taevakeha pisut kõrgemal kui ta on tegelikult.

Eriti märgatav on astronoomiline refraktsioon siis, kui Päike või Kuu on päris horisondi ligidal. Sel puhul vaateleja



Joon. 19. Horisondi lähedal oleva päikeseketta kuju mitmesugused moondumised.

näeb päikesekiiri, mis on läbinud paksud, mitmesuguse tihedusega alumised atmosfäärikihid.

Kui horisontaalsete õhukihtide tihedus muutub seejuures väga korrapäratult, tekib sageli miraaž (joon. 19).

Astronoomiline refraktsioon põhjustab ka tähtede vilkumise, mis on eriti märgatav selgetel talveöödel. Tumedal taevafoonil laiali pillatud heledad tähed näivad lakkamatult süttivat ja kustuvat.

Sellel nähtusel on lihtne seletus. Maakera atmosfäär on ebahütlane, ta koosneb väga erineva tihedusega kihtidest. Nende kihtide vahel ei ole kunagi kindlat piiri; mitmesugused õhuvoolud ja -keerised muudavad neid piire ja segavad mitmesuguse tihedusega õhukihte. Selle tõttu kalduvad maailmaruumi kaugelt päikestelt meieni jõudvad valguskiired maakera atmosfääri mitmesugustes kihtides korduvalt kõrvale. Pidevalt muutuva kõrvalekaldumise tulemusena langeb meie silma kord rohkem, kord vähem valgust.

Need heleduse kõikumised muutuvad veel märgatavamaks, kui täht läheneb horisonidile, sest siin läbib valgus suure hulga tihedamaid õhukihte, kus on rohkem õhulaineid.

On tähele pandud, et vilkumise tugevus sõltub veeaurude hulgast õhus; kui veeauru on palju, on vilkumine märgatavam. See võimaldab tähtede vilkumise järgi otsustada ilmastiku muutuste üle.

Astronoomilise refraktsiooniga seletub ka Päikese «mäng» — nähtus, et tõusev Päike nagu hüppaks, muutes vahetpidamata oma kuju ja värvi; eriti märgatavad on punase ja oranži valguse üleminekud. Päikese «mäng» peatub, niipea kui ta tõuseb horisonidilt kõrgemale. Seda nähtust märgatakse siis, kui õhk, olles maapinna ligidal kuumenenud, on püsivas liikumises — ta nagu väreleb, vibreerib.

Analoogilist nähtust võib jälgida kuumadel suvepäevadel, kui maapinna ligidal kuumenenud õhk nagu sillerdaks, tõustes peente läbipaistvate jugadena üles. Siis näeme, kuidas kaugete esemete kujutised «mängivad», lainetavad. Ka siin on tegemist valguse refraktsiooniga.

Nii selgitab teadus mitmesuguseid imetlusväärseid miraažinähtusi. Loomulik, katsete teel kontrollitud seletus kõrvaldab ka siin loodusest «salapärased», inimese kujutlusvõime poolt välja mõeldud jõud.

Lõpetades jutustuse «õhuviirastustest», peatume veel ühel ebaharilike nähtuste liigil, mis esineb kõige sagedamini mägismaadel.



Joon. 20. «Brockenil viirastus».

Saksamaal, Harzi mäestik, on kõrge Brockenil mägi. Seal esineb nähtus, mida nimetatakse Brockenil viirastuseks. Seda on kirjeldanud paljud Brockenil viibinud turistid.

Üks selline jutustus kõlab nii:

«Päikesetõusu momendil me lähenesime teejuhiga mäeharjale. Tugev tuul kihutas pilvi läände. Tihe udu, mis ümbritses mäeharja, hajus pikkamööda. Äkki ilmusid läänes nähtavale kaks hiiglasuurt inimkujulist varju, mis olid ümbritsetud vikerkaarevärvilise ringiga. Kui tuul rebis teejuhil mütsi peast ja ta tõstis käe selle püüdmiseks, kordas üks varjudest seda žesti ja hakkas edaspidi jäljendama kõiki tema liigutusi. Efekt oli hämmastav.»

Brockeni mäel ilmuvad «viirastused» on tuntud juba väga ammust ajast. Nad näisid alati mingi üleloomulikuna ja kutsusid harimatutes inimestes esile ebausklikku hirmu. Kuid selle nähtuse põhjus on lihtne.

Gigantsed «viirastused», mis ilmuvad mäestikuõhus, pole midagi muud kui alpinistide varjud pilvede taustal. Nii-sugused varjud tekivad siis, kui mäeharjal seisvale inimesele langevad ühelt poolt tõusva või loojuva päikese kiired, teisel pool aga on tihedad kiudpilved. Vikerkaarevärvilised ringid varjude ümber tekivad aga samal põhjusel kui helen-davaid taevakehi ümbritsevad pärjad: kui horisoni kohale tõusva päikese kiired tungivad läbi hommiku-udu, tekib üli-peentes vihmapiiskades difraktsioon.

«Brockeni viirastust» võib näha kõigil mägismaadel.

Nii nägi grupp teadlasi analoogilist pilti Andaluusia mägedes. Päikesetõusul olid nad kõrge mäe tipul. Tihe udu kattis mäe läänenõlva, kuna ida pool olev kerge aur ei takis-ianud neid nautimast päikesetõusu võlu. Üks teadlastest vaatas äkki lääne poole ja otse jahmus: udus oli näha peen-susteni täpne kujutis kaljust, millel nad seisid, tema enda ja ta kaaslaste figuuridest ning koertest. Kogu kujutis oli ümbritsetud pärjaga, mis koosnes viiest värvilisest vöödist. Varjud kadusid niipea, kui udu hakkas hajuma.

Mõned polaarreisijad on märganud sellist nähtust ka kau-gel Põhjas, jääväljade keskel. Seal esineb see uduse ilmaga, kui Päike on horisoni lähedal.

Nii mitmekesised on optilised efektid atmosfääris, mis kaugetest aegadest peale köidavad inimeste tähelepanu.

Lõpuks tuleb märkida, et kõik taolised nähtused sõltuvad Päikese ja Kuu asukohast vaatleja silma suhtes. Seepärast näeb iga vaatleja erinevat vikerkaart, erinevat pärga või miraaži.

Tutvume nüüd teiste «ebaharilike» taevanähtustega — nähtustega, mis on seotud kosmiliste kehade liikumisega.

6. «SABAGA TÄHED»

Teiste ebatavaliste taevanähtuste hulgas, millest me pole veel jutustanud, on köitnud ja köidavad inimeste erilist tähelepanu komeedid (sõna «komeet» tuleb kreeka keelsest sõnast «kometes», mis tähendab «sabaga», «karvane»). Suured komeedid — pika hiilgava sabaga heledad taevakehad — pakuvad harvaesinevat ja meelde jäävat vaatepilti.

Komeetide ootamatu ilmumine, nende ebaharilik välimus ja järkjärguline suurenemine sisendasid iidsetest aegadest peale inimestesse hirmu. Papid ja igalaadi «eltekuulutajad» sidusid komeetide ilmumist mitmesuguste õnnetustega — ikaldusega, haigustega, sõjaga, maailma lõpuga. Komeete peeti jumala viha ilmutuseks, pahaendelisteks «taevamärkideks».

Ka enamikul keskaja teadlastest olid komeetide suhtes võhiklikud vaated. Näiteks jagas veel XVII sajandil sakslane Hildebrandt komeedid kaheksasse gruppi vastavalt nende «kahjulikule mõjule». Esimesse gruppi liigitas ta komeedid, mis tekitavad haigusi, teise komeedid, mis kuulutavad ette raskeid aegu ja nälga, jne.

Peaaegu kõik olid veendunud selles, et komeedid võivad levitada õhus kahjulikke auruksid, mis mõjuvad inimestele halvasti.

Tänu niisugusele suhtumisele nendesse tegelikult maakerale ja tema elanikele täiesti ohutusse taevakehadesse, kirjeldasid ajaloolased üksikasjaliselt iga komeedi ilmumist.

Vene kroonikas kirjutatakse näiteks 1066. a. ilmunud komeedi kohta nii:

«Sel ajal ilmus läänes taevamärk — määratu suur täht, mille kiired olid otsekui veri; ta tõusis taevasse õhtul pärast päikese loojumist seitsme päeva jooksul; see märk ei kuulutanud head, vaid tähendas palju tülisid ja paganate sissetungimist Venemaale, sest täht oli veripunane ja ennustas verevalamist.»

Nähtavasti oli 1066. a. komeedi saba nähtav õhtueha foonil ja näis seepärast «veripunasena».

Keskaegne vaade komeetidele kui mingile hirmsale püsis veel kõige lähemas minevikus. Alles päris hiljuti oli heleda komeedi ilmumisel palju ebausklikke jutte ja kuulduki seotud küsimusega: mis juhtub, kui komeet põrkab kokku maakeraga?



Joon. 21. Komeedi vaatlemine vanal Venemaal.

1910. a. mais, kui taevasse ilmus ere Halley komeet, teatasid ajalehed: «Viini astronoomid on veendunud, et komeedi saba riivab Maad. Elanike keskel, eriti provintsis, valitseb paanika.» Paljud Iraani pealinna Teherani elanikud kaevasid maasse koopad ja pugesid neisse varju «taeva viha eest».

Palju rumalaid kuulujutte levis 1910. a. Halley komeedi



Joon. 22. Hele komeet õötaevas.

kohta ka tsaari-Venemaal. Rahvas, kes ei teadnud selle täiesti loomuliku loodusnähtuse tõelisi põhjusi, uskus igasuguseid mõttetuid väljamõeldisi. Seda kasutades hirmutasid papid rahvast «maailma lõpuga» ja «jumala karistusega» pattude eest. Linnade tänavail peeti palvusi. Samal ajal keelasid võimud teaduslikud vestlused komeetidest. Näiteks keelati Moskvast astronoom K. L. Bajevi populaarteaduslik loeng Halley komeedist, mis pidi peetama tööliste ringis «Taevatundmine».

Prægusel ajal on komeetide loomust hästi tundma õpitud. Komeet ilmub taevasse väikese vaevalt märgatava uduse laigukesena. Kuid mõne päeva möödudes võib öötaevas juba märgata heledat tähte, mis oleks nagu ümbritsetud kerge pilvekesega. «Täht» kasvab kiiresti suuremaks ja liigub kohutava kiirusega Päikese suunas. Möödub veel mõni päev, ja komeet omandab uue, ebahariliku kuju: tema taha ilmub pikk, helendav saba, mis meenutab tulekeeli! Komeedi heledus suureneb pidevalt, teda võib juba näha päeval koos Päikesega.

Olles sööstnud ümber Päikese, hakkab hele «sabatäht» temast eemalduma. Päikesest eemaldudes komeedi heledus kahaneb, ta saba kaob pikkamööda ja lühikese aja pärast muutub komeet jälle vaevalt nähtavaks uduseks laigukeseks.

Niisuguse heleda, palja silmaga nähtava komeedi ilmumine on harva esinev nähtus. Viimase saja aasta jooksul näiteks on suured komeedid ilmunud aastatel 1843, 1858 ja 1910. Lähemas minevikus nähti heledat komeeti 1947. a. detsembris lõunapoolkeral.

Kuid komeetide üldarv maailmaruumis on määratu suur. Enamikku neist pole palja silmaga võimalik näha, aga teleskoopide abil võib neid sageli silmata. Astronoomid vaatlevad harilikult igal aastal mitut komeeti.

Teadus on kindlaks teinud, et komeedid liiguvad nagu planeedidki ümber Päikese tema külgetõmbejõu mõjul, liginedes Päikesele kindlate ajavahemikkude järel.

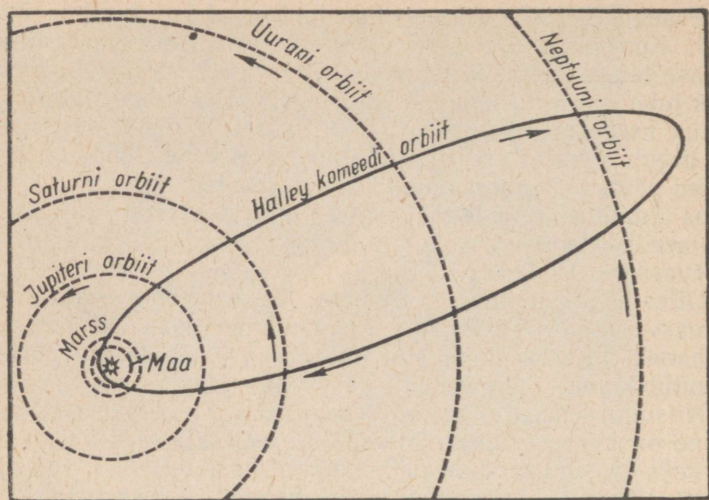
Ülalmainitud Halley komeet, mida nähti Päikese ligiduses viimati 1910. aastal, sooritab oma teekonna Päikese ümber 75—77 aastaga (joon. 23). Enne 1910. aastat lähenes ta Päikesele aastatel 1835, 1759 jne. Halley komeedi ilmumist märgivad juba vanad hiina kroonikad 240 aastat enne meie ajaarvamist.

Järgmist Halley komeedi ilmumist võib oodata umbes 1986. aasta paiku.

Komeetide tiirlemise aeg ümber Päikese on mitmesugune. Väike Encke komeet sooritab selle teekonna pisut rohkema kui kolme aastaga, kuid on teada ka selliseid komeete, mis vajavad teekonnaks ümber Päikese mitu tuhat aastat.

Paljude komeetide liikumisteesid on praegusel ajal juba niivõrd hästi tundma õpitud, et teadlased teavad ette, kus ja millal ilmub üks või teine «sabatäht» taevas nähtavale.

Uurides komeete, tegid astronoomid kindlaks, et komeetide mass on tühiselt väike. Kõige suuremate komeetide



Joon. 23. Halley komeedi orbiit.

mass on mitu miljonit korda väiksem maakera massist. Vaatlused näitavad, et komeedid ei ole monoliitsed kõvad kehad: läbi komeedi udutaolise pea võime näha tähti. Teiselt poolt on selgitatud, et gaasidest ja peenest tolmust koosnev keha ei saa kaua koos püsida. Komeet, mis kujutab endast väikeste aineosakeste püsivat kogumit, peab seepärast koosnema küllaltki suurtest ainekillukestest (läbimõõduga 1 sentimeeter ja üle selle).

Mööduvate komeetide vaatlused võimaldasid kindlaks teha, et komeetides leidub mitmesajameetrise läbimõõduga osakesi.

Harilikult eristatakse komeedi pead, tuuma ja saba. Komeedi peas asuv tuum on pea kõige heledam osa, mis koosneb väikestest ainekildudest ja kividest. Tuuma ümbritseb tolmust ja gaasidest koosnev kest.

Kui komeet läheneb Päikesele, siis tuum kuumeneb ja hakkab eraldama gaase — lämmastikku, süsinikhapendit (vingugaasi) jt., millest tekibki komeedile udutaoline kest ja üks või mitu saba.)

Komeetide sabad on pööratud Päikesest eemale, sest saba moodustavatele hõõguvatele gaasidele ja peenele tolmuks mõjub Päikese kiirgusrõhk. Et valguskiired avaldavad tah-

ketele kehadele ja gaasidele rõhku, tõestas kuulus vene füüsik P. N. Lebedev.

Komeetide ja komeedisabade uurimise alal olid silmapaistva tähtsusega suure vene teadlase F. A. Bredihhini ja nõukogude teadlase, Stalini preemia laureaadi S. V. Orlovi tööd. Professor S. V. Orlov tõestas, et komeedituumade läbimõõt ei saa olla üle 10 kilomeetri. Siit selgub, et isegi komeedi otsene kokkupõrge maakeraga ei ähvarda meie planeeti mingisuguse katastroofiga, millest veel hiljuti palju kirjutati igasugustes teaduslik-fantastilistes jutustustes. Maakera on kaitstud küllalt kindla soomusega — õhkkonnaga. Lisaks sellele on komeedi mass, nagu juba öeldud, Maa massiga võrreldes tähtsusetult väike.

Selliseid Maa otseseid kokkupõrkeid komeetidega on olnud juba mitu korda. 1872. aastal näiteks põrkas Maa kokku 1846. aastal lagunenud Biela komeedi jäänustega. Selle kokkupõrke tagajärjeks oli ainult rikkalik «tähesadu» («tähesadudest» tuleb juttu tagapool). Need olid komeedi tuuma koosseisu kuulunud üliväikesed ainekillud ja tolmu-kübemekesed, mis lendasid läbi meie atmosfääri. Enamik neist ei jõudnud Maani.

Midagi hirmsat ei ähvarda Maad ka kokkupuute korral komeedi sabaga. Selliseid juhtumeid on samuti olnud korduvalt. Näiteks läbis maakera 1910. aasta maikuus tõepoolest Halley komeedi saba, nagu astronoomid ootasid, ja meile ei juhtunud midagi halba. Maa atmosfäär kaitseb meteoritolmu ja gaaside eest kindlalt.]

7. KAS TÄHED LANGEVAD TAEVAST?

Kes teist ei tunne vana ebausku: kui selgel ööl langeb taevast hele täht, siis tähendab see kellegi surma. Niisugune eausk tekkis neil aegadel, kui inimestel ei olnud taevast veel kuigi selget ettekujutust. Arvati, et taevas on kõva helesinine kuppel, mis toetub Maale. Selle kindla taevavõlvi külge aga on kinnitatud iselaadi väikesed valgusallikad — tähed. Igal inimesel on taevas oma täht; see süttib tema sündimisel ja «langeb» tema surmatunnil.

Ajad, kus valitsesid niisugused võhiklikud arusaamad taevast ja tähtedest, on läinud minevikku. Nüüd teame, et iga täht on hiiglasuur taevakeha, tihti palju kordi suurem meie Päikesest. On rumalus mõelda, et koos inimeste sün-

niga Maa peal ilmuvad universumisse määratu suured taevakehad. Endastmõistetavalt ei ole inimelu ja tähtede vahel olemas mingit seost.

Ka langevaid tähti ei ole tegelikult olemas. Tõepoolest, me näeme igal õhtul, kuidas taevast «langeb» kümneid ja sadu tähti, kuid samal ajal jäävad kõik tähtkujud muutumatuks. Mis siin siis õieti toimub? Asi on selles, et niinimetatud «langevatel tähtedel» ei ole midagi tegemist tõeliste tähtedega, vaid nad on ainult väikesed ainekillukesed, mis satuvad maailmaruumist maakera atmosfääri. «Langevaid tähti» kutsutakse teadusliku nimetusega meteorideks.

Kaasajal on teadus kindlaks teinud, et tähtedevahelises maailmaruumis liigub mitmesugustes suundades palju tilukesi tahkeid aineosakesi — väikesi kive, suuremaid ja väiksemaid tolmuühendeid. Need osakesed kohtuvad tihti Maaga ja tormavad tohutu kiirusega (kümneid kilomeetreid sekundis) meie atmosfääri. 150—120 kilomeetri kõrgusel maapinnast hakkab meteorile mõjuma õhutakistus: tema ees tekib omapärane kokkusurutud «õhupadi». Meteoori aineosakesed kuumenevad tugevasti ja muutuvad gaasiks, keskmiselt juba 130—60 kilomeetri kõrgusel maapinnast.

Aineosakesed, millest meteorid koosnevad, kaaluvad enamikus vaid murdosa grammist.

Aeg-ajalt võib taevas näha mitte üksikuid «langevaid tähti», vaid tervet «tähesadu». Muidugi ei ole ka siin tegemist mingisuguse imega. See taevanähtus tekib siis, kui Maa puutub oma liikumisteel kokku mitte üksikute meteooride moodustavate aineosakestega, vaid kohtab terveid parvi selliseid osakesi, mis tihti on endiste komeetide jäänused. Niisuguse kokkupuute korral võib igal hetkel näha kümneid hiilgavaid meteooride. See on meelde jääv vaatamäng!

Niisugused suured «tähesajud» olid näiteks 1933. aasta oktoobris ja 1946. aasta oktoobris.

Meteorisajud tekivad, nagu juba öeldud, ka Maa kokkupuutumisel komeedi tuumaga. Eriti hiilgav «sadu» tekkis sellel põhjusel 1885. aastal, kui Maa kohtus uuesti Biela komeedi jäänustega.

Vanasti sidusid ebausklikud inimesed «tähesadusid» maa-pealsete nähtustega, pidasid neid õnnetuse ettekuulutajateks. Teadmata selle ebahariliku nähtuse põhjust ja oskamatata seda seletada, uskusid nad seepärast mitmesuguseid rumalaid väljamõeldisi.

Tänapäeval teame mitte ainult selle nähtuse põhjust, vaid oskame ka kindlaks määrata, millal toimuvad meteoride «sajud» tulevikus. On teada, et Maa kohtab oma teekonnal ümber Päikese iga aasta teatud kuudel ühtesid ja samu



Joon. 24. Tähesadu (vanaaegne joonis).

meteoriparvi. Näiteks läbib Maa aastast aastasse 9.—14. augustini meteoriparve. Nendel päevadel võib igal aastal näha nõrku «tähesadusid».

Seejuures näib meile Maa pealt vaadates, et meteoride vool tuleks nagu Perseuse tähtkujust. Sellepärast nimetatakse iga-aastasi augustikuus esinevaid meteore *p e r s e i i d i d e k s*. Perseiide vaadeldakse juba üle 1000 aasta!

On meteorivoole, mis põhjustavad rikkalikke «tähesadusid» ainult üks kord mõnekümne aasta jooksul. Niisuguseks

meteorivooluks on näiteks Lõvi (ladina k. «leo») tähtkujust lähtuvad leoniidid, mis tekitavad ohtra «tähesaju» kord 33 aasta jooksul. Varem kirjeldasid ajaloolased ja kroonikud leoniidide sadu kui kummalist «taeva ilmutust». Hiinas pandi neid tähele juba rohkem kui 3700 aastat tagasi.

Hiilgavaid «tähesadusid» põhjustavad vahetevahel aprillikuu meteorid (19.—22. aprill), mis näivad tulevat Lüüra tähtkujust — lüriidid. Viimane niisugune lüriidide «sadu» oli 1952. aasta aprillis.

8. TAEVAKIVID

Peale väikeste heledate meteorisähvatuste näevad inimesed juba ammust ajast taevas veel teist, eelmisega suguluses olevat nähtust — boliide. Boliid on suur, hele me-



Joon. 25. Hele boliid.

teoor, mis lõikab öötaevast nagu välk (joon. 25). Eredalt hõõguva boliidi valgusel kahvatavad tähed, taevas muutub valgeks ja Maa peal jooksevad varjud. On kuulda nagu äikesekärgatusi. Boliidi järel venib lainetav, hõõguv saba, mis on õhus kaua näha.

Boliidi ilmumine jättis meie esivanematesse hirmuäratava mulje. Just boliidid põhjustasid minevikus «pealtnägijate»

ebausklikke jutustusi lendavatest tuldsülgavatest lohedest ja mäekoobastes elavatest tulimadudest.

Tegelikult on see nähtus seletatav väga lihtsalt. Nagu meteoori, nii ka boliidi märgatakse siis, kui maailmaruumist tungib Maa atmosfääri ainekild; see on ainult suurem kui meteoori puhul. Kui meteoori ilmumise kutsuvad esile aineosakesed kaaluga mõni murdosa grammist, siis kirsisuured ja suuremad aineosakesed ilmuvad juba boliidina.

Atmosfääri lendab suurtükimürsuna väike kivike. Õhku läbides surub ta selle tugevasti kokku, tekitades enda ees «õhupadja». Kokkusurutud õhk kuumeneb 2000-kraadise ja veelgi kõrgema temperatuurini, hakates kiirgama valgust. Kivike ise lööb samuti hõõguma ning hakkab välispinnalt sulama. Boliidi liikumisel tekkev vastusuunaline õhuvool



Joon. 26. Meteoriidid: vasakul raudmeteoriit, paremal kivimeteoriit.

lihvi bolidi, eemaldades tema pinnalt väga väikesi sulanud aineosakesi. Nii tekib boliidile helendav saba.

Hõõguv boliid kiirgab eredat valgust ja pillub sädemeid. Üksikute boliidide heledus ületab tihti 3—5 miljardit künalt!

Enamik boliide põleb ära ja kustub 60—40 kilomeetri kõrgusel maapinnast. Suuremad neist aga kustuvad alles madalamal — 10—25 kilomeetri kõrgusel, kui meteoritaoline kehake satub atmosfääri tihedamatesse kihtidesse, kao-

tab seetõttu oma kosmilise kiiruse ning jahtub. Sel juhul lendab «taevakivi» maakera pinnale. Niisugust kivi nimetatakse meteoriidiks (joon. 26).

Kui bolid lendab 50—55 kilomeetri kõrgusel ja madalamal, siis tekivad õhus helivõnkumised — kõuekärgetused, vihin, vingumine.

Hiiglasuur meteoriit või õigemini tema arvukad tükid langesid 12. veebruaril 1947. a. maha Kaug-Ida taigas Sihhote-Alini mäeaheliku harudes. Sel päeval nägid sajad inimesed, kuidas hommikul sööstis üle metsa pimestavalt särav hõõguv keha, mis jättis järele sädemed ja tumeda, õhus laiali valguva joa. See keha valgustas heledasti ümbrust ja ta langemisel oli kuulda tugevat kärgetust nagu suur-tükipauku.

Sihhote-Alini meteoriidi langemise rajooni saadeti NSV Liidu Teaduste Akadeemia teaduslik ekspeditsioon. Meteoriidi langemiskohas leiti üle 100 lehtri. Kõige suurema lehtri läbimõõt oli 28 meetrit ja sügavus 6 meetrit. Lehtrites leidsid teadlased tuhandeid suuri ja väikesi «taevakive» — rauakilde. Hiiglaslik meteoriit lagunes enne maapinnale jõudmist tükkideks.

Suurte meteoriitide purunemine toimub väga sageli. See pärast langevad suured meteoriidid tihti maha «raua-» või «kivivihmana». Sihhote-Alini «rauavihm» on maailma suurim selletaoline nähtus, mida teadus tunneb. Selle «vihma» alla sattunud rajoonis oli mets suurel pindalal maha murtud. Mõned puud olid juurtega välja kistud ja kõrvale paisatud.

Vanasti jäid niisugused grandioossed nähtused, nagu 1947. a. meteoriidi langemine, rahva mälestusse kauaks püsima ja põhjustasid legendide tekkimist.

Põhja-Ameerika indiaanlastel esineb pärimus, mille kohaselt kunagi minevikus laskunud taevast nende esivanemate juurde tulejumal. Nüüd võime me selle legendi tekkimist seletada. Ameerika Ühendriikides Arizona osariigis avastati möödunud sajandi lõpul suur kraater — kaussi meenutav süvend. Kraatri lähedalt leiti üle 200 tonni meteoriidikilde. Arizona kraatri uurimisel selgus, et mitte rohkem kui kuus tuhat aastat tagasi langes siin maha hiiglaslik meteoriit. Sellest nähtavasti saigi alguse legend maa peale tulnud tulejumalast.

Meteoriidikraatreid leidub maakeral ka muudes paikades, näiteks Saaremaal Eesti NSV-s (joon. 27).

Hulgaliselt leidub pärimusi ka meteoriitide — «taevakivide» — endi kohta. Vanasti austati paljude rahvaste juures neid kive pühadustena ja meteoriidi langemist peeti «jumalikuks endeks». On teada juhtum, kus 1492. a. Saksamaal allä kukkunud suur meteoriit aheldati kirikus seina külge, et ta «ei saaks taevasse tagasi lennata».



Joon. 27. Veega täitunud meteoriidikraater Saaremaal Eesti NSV-s.

Usklikud muhameedlased kummardavad tänapäevani «püha kivi», mis asub Mekka linnas Kaaba mošees (Araabias). Muhameedlaste religioosne muinasjutt räägib, et see kivi olevat visatud taevast alla. Võib arvata, et ta tõesti kukkus «taevast», s. o. kujutab endast tavalist suurt meteoriiti.

Muistsete valitsejate hauakambrite väljakaevamistel on leitud meteoriite ka kalmudes, mis samuti näitab, et minevikus kummardati meteoriite kui «taeva saadikuid» ja peeti neid «pühaks». On teada, et meteoriitide kujutisi leidis isegi mõnedel muistsetel rahamüntidel.

«Taevamärkide» kummardamist õhutati kiriku poolt erilise hoolega, sest see hoidis alal rahva sõnakuulelikkust,

kinnitas usku ja andis head sissetulekut. Kohtadele, kuhu oli langenud meteoriit, ehitati kabeleid ja seal peeti palvusi.

Suurte meteoriitide langemine on väga harva esinev nähtus, kuid väikesi meteoriite kukub Maa peale palju — mitte vähem kui tuhat igal aastal.

Ainult väike osa neist «taevakividest» satub teadlaste kätte.

On esinenud juhtumeid, kus meteoriidid on tunginud läbi hoonete katuste ja seinte või lennanud sisse avatud akendest. Nii langes meteoriit 1864. aastal Tobolskis kirikusse.

Üldse on Nõukogude Liidus seni leitud umbes 120 meteoriiti, neist ligi 10 kukkusid alla «meteoriidivihmana». Viimasel ajal sadas kividest koosnev «meteoriidivihm» 1949. aasta juunis Tšeljabinski oblastis Kunasaki küla ümbruses.

Kõige sagedamini langevad Maa peale meteoriidid, mis koosnevad kivimitest raua lisandusega, harvemini koosnevad nad puhtast rauast. Suurim rauast meteoriit on leitud Lõuna-Aafrikas; see kaalub 60 tonni.

Teadlased uurivad üksikasjaliselt kive, mis satuvad meie juurde maailmaruumist. Teadusele meteoriitidest pandi Venemaal alus juba XVIII sajandi alguses.

Peterburi Teaduste Akadeemia kirjavahetaja liige E. F. Hladnõi tõestas esimesena teaduslikult, et meteoriidid ei ole maapealse päritoluga. Ta näitas samuti meteoride seost meteoriitide langemisega.

Nõukogude teadlased teevad meteoriitide uurimisel suurt loovat tööd. Nende tööst võtavad osa elanike laiad ringkonnad, aidates uurida «taevakivide» Maa peale langemise tingimusi ja leida allakukkunud meteoriite.

Meteoriitide uurimine näitab, et nad on nähtavasti taevakehade killud. Määrati kindlaks ka mõnede meteoriitide vanus, kusjuures selgus, et nende tekkimisest on möödunud miljoneid ja isegi miljardeid aastaid.

«Taevakivide» üksikasjaline uurimine juhib meid veel teisele tähelepanuväärsele järeldusele. Nimelt on meteoriitide koosseis lähedane Maa peal leiduvate kivimite koostisele. Neis leidub samu keemilisi elemente, millest koosnevad mitmesugused Maa peal leiduvad esemed! Näiteks leidub kivimeteoriitides suur protsent hapnikku, räni, raua ja magneesiumi, samuti vähesel hulgal väävlit, kaltsiumi ja alumiiniumi. Raudmeteoriidid sisaldavad kõige rohkem raua ja niklit, kuid neis leidub ka koobaltit, vaske, fosfo-

rit, väävlit ja teisi elemente. Kõik need elemendid kuuluvad ka enamiku maapealsete esemete koostisse. Mitte üheski meteoriidis ei ole leitud aineid, mida ei esineks Maa peal!

Väga huvitava avastuse tegi 1947. a. nõukogude akadeemiku A. N. Zavaritski kaastööline L. G. Kvaš. Ühes kivime-teoriidis leidis ta mineraali, mis sisaldas vett. Pärast eral-dati sellest mineraalist kosmilise vee piisku! See avastus annab teadlastele võimaluse täpsemalt selgitada «taevaki-vide» tekkimist.

Meteoriitide igakülgne uurimine kinnitab veenvalt dialek-tilis-materialistlikku õpetust Maa ning kõigi teiste kosmose taevakehade materiaalsest ühtsusest, looduse ühtsusest.

9. PÄIKESE- JA KUUVARJUTUSED

Selges pilvitus taevas särab hele Päike. Loodus elab täisverelist elu. Äkki aga hakkab päikesevalgus nõrge-nema, jäädes järjest tuhmimaks. Päike muutub kahaneva Kuu kujuliseks. Läheb üha pimedamaks.

Looduses toimub midagi tähtsat, ebatavalist.

Päikesekiiri langeb Maa peale ikka kasinamalt, nad ei soojenda enam nagu mõned minutid tagasi. Maa peal algab ootamatu öö. Kustuv Päike paistab veel ainult kitsa sirbina, kuid ka see hakkab kiirelt kahanema. Kustub viimane kiir ja algab öö. Hallikasrohekal taeval süttivad heledad tähed. On alanud täielik päikesevarjutus.

Kustunud Päikese asemel on näha musta ketast, mis on ümbritsetud hõbedase säraga.

Möödub minuteid. Lõpuks tungivad tumeda ketta parem-poolsest servast uuesti esile heledad päikesekiired. Aegla-selt libiseb Päikest kattev vari tema eest üha rohkem ja rohkem kõrvale, ja tunni aja pärast ei ole looduses enam midagi märgata toimunud päikesevarjutusest. Ebatavaline loodusnähtus möödus jälgi jätmata.

Meie päevil on päikesevarjutus hästi tuntud nähtus. Oodatavast päikesevarjutusest teatavad ajalehed ja raadio rahvale juba ammu enne varjutuse algust.

Minevikus oli aga teisiti. Ootamatu ja seletamatu Päikese pimenemine keset selget päeva oli võib-olla kõige hirmu-äratavamaks, kõige ähvardavamaks nähtuseks läinud ae-gade inimese elus. Rahvast valdas õudus ja kabuhirm, kui hele Päike taevast «kadus». Harimatud ja ebausklikud ini-

mesed ootasid siis suurima hirmuga surma. Päikesevarjutus oli nende arvates «maailma lõpu» algus. Oli levinud ebausklik arvamus, et Päikesele tungib kallale kuri vaim või tohutu lohe, püüdes teda varastada või alla neelata.

Mineviku ajaloolased kirjeldasid kõiki päikesevarjutusi kui ootamatuid, seletamatuid ja hirmsaid nähtusi. Näiteks on vene kroonikas 1187. a. kirjutatud: «Selsamal suvel tuli pimedus üle kogu maa, ja imestusega nägi kõik rahvas Päikest otsekui hukka saamas; taevas põlesid tulekarva pilved. Seesugused nähtused ei tähenda head...»

Hiina kroonikais leidub palju üleskirjutusi päikesevarjutuste kohta. Kõige esimene neist on pärit 2136. aastast enne meie ajaarvamist.

Päikesevarjutuste esinemise korrapärasust märgati juba mitu tuhat aastat tagasi. Kuid alles palju hiljem, vastavalt teaduse arenemisele, õppisid teadlased varjutusi väga täpselt ennustama.

Mida me teame päikesevarjutustest käesoleval ajal? Mis on selle «ebatavalise» loodusnähtuse tõeliseks põhjuseks?

Kunagi arvati, et Maa on maailma liikumatuks keskpunktiks, mille ümber liiguvad Päike ja tähed. Niisugust vaadet toetas usk ja kirik. Selle ebateadusliku ettekujutuse lükkas ümber suur poola astronoom Mikolaj Kopernik, kes tõestas, et tegelikult mitte Päike ei tiirle ümber Maa, vaid vastupidi — Maa, nagu kõik teisedki meie päikesesüsteemi planeedid, tiirleb ümber Päikese. Peale selle pöörleb Maa veel ümber oma telje (kujutletava joone, mis läbib maakera pooluseid), pöördudes Päikese poole kord ühe, kord teise küljega. Just sellepärast näib meile, et Päike iga päev tõuseb idast ja loojub läänes.

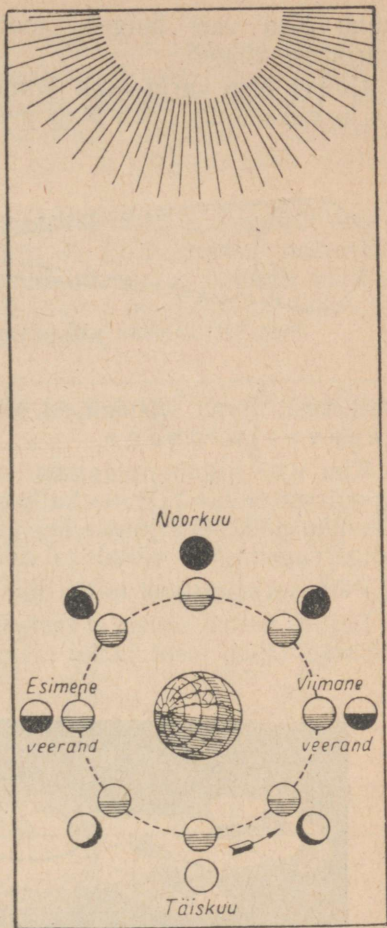
Maakeral on üks kaaslane — Kuu, mis tiirleb ümber maakera. Kuu on oma läbimõeldult umbes 400 korda väiksem kui Päike, kuid et Päike asub maakerast 400 korda kaugemal kui Kuu, siis näivad nad meile ligikaudu ühesuurustena.

Kuul ei ole omaenda valgust. Kuu helendab ainult selle valguse arvel, mis langeb temale Päikeselt ja peegeldub tagasi Kuu pinnalt. Seepärast näeme erinevatel aegadel kord suuremat, kord vähemat osa Kuust valgustatuna, sõltuvalt Kuu asukohast Päikese suhtes. Noorkuu ajal, s. o. siis, kui me üldse Kuud ei näe, asub ta Päikese ja Maa vahel (joon. 28). Sel ajal on meie poole pööratud Kuu valgustamata pool ja

Kuud ei ole Maa pealt vaadates näha. Kahe ööpäeva möödumisel ilmub nähtavale kitsas kuusirp. See tähendab, et Kuu oma liikumisel ümber maakera nihkus edasi niisugusesse asendisse, kus väike osa tema valgustatud poolkerast muutus Maa pealt nähtavaks (vt. joon. 28). Kuu jätkab edasiliikumist ja me näeme tema valgustatud poolkerast järjest suuremat osa. Kui Kuu asub maakeralt vaadates Päikesele vastupidisel poolel, näeme valgustatud poolkera tervikuna. See on täiskuu. Edasi hakkab Kuu nähtav valgustatud osa uuesti kahanema kuni uue noorkuuni. Kuu liikumine ümber maakera on päikesevarjutustega otseselt seotud.

Noorkuu ajal, kui Kuu läheb Päikese ja Maa vahelt läbi, võib juhtuda, et Kuu läbib Maa ja Päikese keskpunkte ühendava kujutletava sirgjoone. Siis langeb Maale Kuu koonusekujuline vari (joon. 29). See katab ainult väikese osa maakera pinnast: Kuu varju läbimõõt maapinnal ei ületa 270 kilomeetrit.

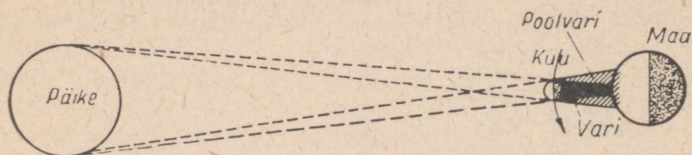
Kohas, kuhu langeb vari, toimubki täielik päikesevarjutus — Kuu varjab terve Päikese. Kuna Kuu liigub ümber maakera ja maakera pöörleb ümber oma telje, siis Kuu vari liigub maapinnal kiiresti edasi. Kohad,



Joon. 28. Orbiidil on kujutatud Kuud mitmesugustes positsioonides Maa suhtes; kõikjal on valgustatud Kuu poolkera, mis on pööratud Päikese poole. Väljaspool orbiiti on kujutatud Kuu erinevad faasid sellisena, nagu me neid näeme Maalt.

kuhu Kuu vari langeb, moodustavad täieliku päikesevarjutuse vööndi.

Ümber Kuu varju asub tema poolvari (joon. 29). Poolvarju piirkonnas näeb Maa peal olev vaatleja ainult osa



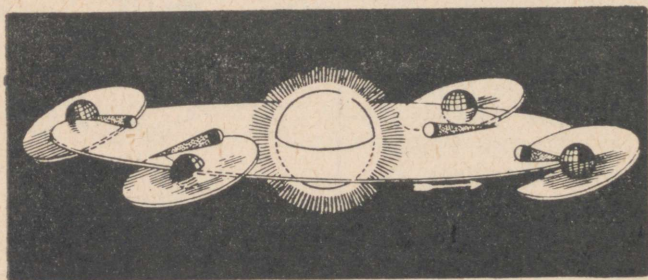
Joon. 29. Täieliku päikesevarjutuse tekkimise skeem.

Päikesest. Tema seisukohast on tegemist osalise päikesevarjutusega.

Kuu vari liigub maapinnal edasi väga suure kiirusega. Seepärast ei saa ta kaua katta mingisugust maakera kohta. Täieliku päikesevarjutuse kestus ei ületa seetõttu 8 minutit; kõige sagedamini vältab ta vaid 2—3 minutit.

Päikesevarjutus ei toimu iga noorkuu ajal.

Põhjus peitub selles, et tasapind, milles Maa liigub ümber Päikese, läheb pisut lahku tasapinnast, milles Kuu tiirleb



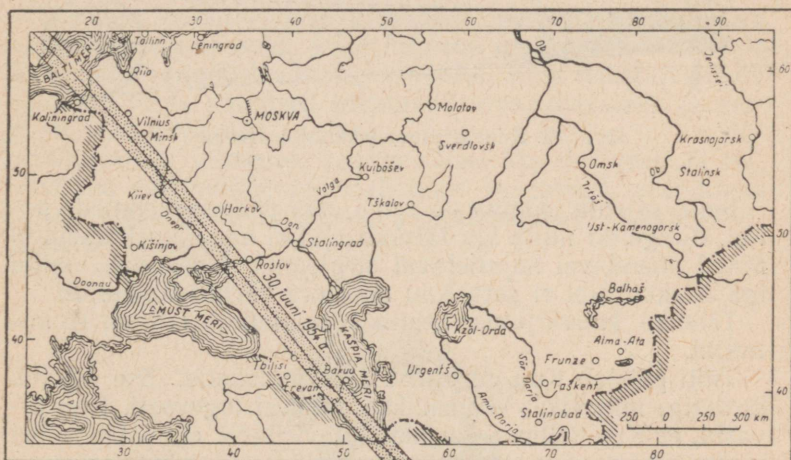
Joon. 30. Maa ja Kuu liikumine ümber Päikese.

ümber Maa (joon. 30). Maakera ei satu seetõttu Kuu poolt heidetud varju koonusesse mitte iga noorkuu ajal.

Igal aastal toimub mitte vähem kui kaks ja mitte rohkem kui viis päikesevarjutust. Kuid et iga varjutus on nähtav ainult kitsal maaribal (ehkki selle riba pikkus ulatub mõni-

kord 10 000 kilomeetrit), siis võib ühes kohas elades täielikku päikesevarjutust näha keskmiselt vaid üks kord mitme sajandi jooksul. Peale selle on umbes kolmandik kõigist tekkivatest päikesevarjutustest osalised, kusjuures Päikesest kattub ainult väike osa, ja varjutus jääb märkamatuks.

Teadlased ennustavad käesoleval ajal erakordselt suure täpsusega — kuni 1 sekundini — ja paljudeks aastateks ette, millal peab toimuma päikesevarjutus. Samuti määravad nad kindlaks, millistes kohtades maakeral on võimalik ühel või teisel kujul varjutust näha.



Joon. 31. Kaardil on näidatud täieliku päikesevarjutuse vöond 30. juunil 1954. aastal.

Neid teaduslikke prognoose on võimalik anda, tundes seadusi, mis määravad Maa liikumise ümber Päikese ja Kuu liikumise ümber Maa. Suureks abiks teadlastele tulevaste päikesevarjutuste arvutamisel olid ajaloolised üleskirjutused minevikus toimunud varjutuste kohta.

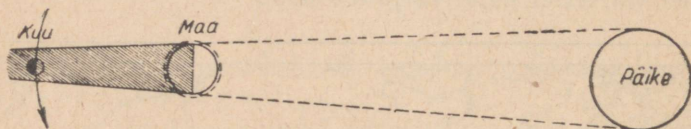
Viimane täielik päikesevarjutus, mis oli näha Nõukogude Liidu piirides, toimus 30. juunil 1954. aastal (vt. joon. 31).

Astronoomid vaatlevad hoolikalt iga täielikku päikesevarjutust. Päikese vaatlemine varjutuse ajal võimaldab teadlastel uurida Päikese atmosfääris toimuvaid protsesse ning

sel viisil süvendada meie teadmisi selle taevakeha olemuse kohta.*

Lõpetades oma jutustust «ebatavalistest» loodusnähtustest, peatume veel kuuvarjutustel.

Liikudes ümber Päikese, heidab Maa Päikesest eemale pööratud külje suunas maailmaruumi tohutu suure varju. Selle varju sisse satubki Kuu kuuvarjutuse ajal (joon. 32). On lihtne aru saada, et kuuvarjutused tekivad täiskuu ajal. Kuid nad ei toimu siiski iga täiskuu ajal, vaid esinevad mitte sagedamini kui kolm korda aastas; mõnel aastal puuduvad nad üldse.



Joon. 32. Kuuvarjutuse tekkimise skeem.

Selle asjaolu põhjus on sama, mis päikesevarjutuste puhul. Kaugeltki mitte iga täiskuu ajal ei asu Kuu Päikest ja Maad ühendaval kujutletaval sirgjoonel. Tähendab, mitte iga täiskuu ajal ei satu Kuu maakera varju koonusesse.

Täieliku kuuvarjutuse kestus võib ulatuda 1 tunni 40 minutini.

Tihti paistab Kuu varjutuse ajal punakana. See värvus hirmutas minevikus ebausklikke inimesi tugevasti. Nad arvasid, et Kuu selline «kurjakuulutatav» jume ennustab suurt verevalamist, sõda. Kroonikud, märkides üles kuuvarjutusi, pidasid neid halvaks endeks. «Kuu peal ilmus taevamärk: ta oli üleni verine ja läks pimedaks,» kirjutab üks vene kroonik.

Kuu «verise» värvuse põhjus varjutuse ajal on nüüd selge: maakera varju piirkonda satub päikesekiiri, mis läbib Maa atmosfääri. Seejuures neelduvad õhus peaaegu täielikult kõik valge liitvalguse koosseisu kuuluvad värvilised kiired peale punaste ja osalt ka oranžide kiirte. Neeldumata jäänud punased ja oranžid kiired, murdudes Maa atmosfääris ja sattudes Maa varju sisse, valgustavadki Kuu pinda varjutuse ajal, ja Kuu värvub «verekarvaliseks».

* Üksikasjalisemalt päikese- ja kuuvarjutustest, sellest, kuidas teadlased neid vaatlevad ja mis need vaatlused teadusele annavad vt. prof. A. A. Mihhailovi brošüürist «Päikese- ja kuuvarjutused», Tallinn 1953.

LÖPPSONA

Uurides looduseadusi ja tundma õppides tema nähtuste vastastikuseid seoseid, leiab inimene igale loodusnähtusele loomuliku, rangelt teadusliku seletuse. Kõik mõistatuslikud, «ebatavalised» nähtused muutuvad arusaadavateks ja kergesti seletatavateks.

Nõukogude inimesed, kes on vabad klassiorjusest ja relativistatud eesrindliku materialistliku teadusega, veenduvad järjest rohkem, et religioossed muinasjutud «taevamärkidest» on alusetud.



SISUKORD

Sissejuhatus	3
1. Polaarvalgus	4
2. Ebatavalised vihmad	9
3. Millest tekib taevas vikerkaar	12
4. Halo ja pärjad	19
5. Miraažid	27
6. «Sabaga tähed»	38
7. Kas tähed langevad taevast?	43
8. Taevakivid	46
9. Päikese- ja kuuvarjutused	51
Lõppsõna	57

Новикова Н. Г.
«НЕОБЫКНОВЕННЫЕ» НЕБЕСНЫЕ
ЯВЛЕНИЯ

Обложка В. Тынисона
На эстонском языке
Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярну маантеэ 10.

*

Toimetaja R. Mägi
Tehniline toimetaja A. Ruutsoo
Korrektorid H. Allik ja V. Antje

Ladumisele antud 25. VI 1955. Trükkimisele
antud 25. VII 1955. Paber 54×84, 1/16. Trüki-
poognaid 3,75. Formaadile 60×92 kohaldatud
trükipoognaid 3,08. Arvutuspoognaid 2,99
Trükiarv 5000. MB-09943. Tell. nr. 3309.
Trükikoda «Kommunist», Tallinn, Pikle tn. 2.

Hind rbl. 1.10.

Rbl. 1.10

A

16558

29293

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00497865 8