



MOKSLAS *ir* GYVENIMAS

Nuobodulys -

dvasingumo
palydovas?

Ledo **kristalų halai**

Maži
stebuklai
Botanikos
sode



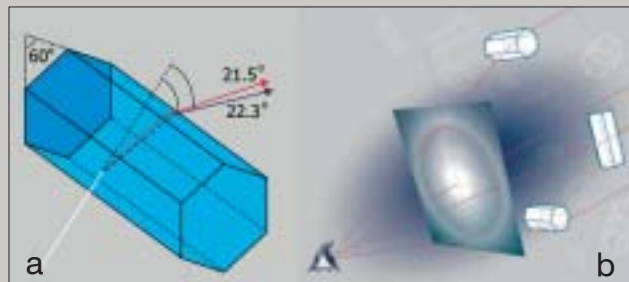
***Nepaprasti
archeologiniai
radiniai***

Žodis „halas“ yra kilęs iš graikų kalbos ir reiškia švytintį ratą aplink šviesulį. Tačiau tik nedaugelis atmosferos halų yra išties apskriti. Dažniausiai – tai švytinčios danguje spalvingos ar bespalvės dėmės, taškai, lankai ar puslankiai. Halai yra kur kas dažnesnis atmosferos reiškinys, nei atrodo iš pirmo žvilgsnio. Akyliausi stebėtojai teigia, kad įvairūs halai gali būti matomi net iki 200 kartų per metus! Ryškūs halai neretai yra painiojami su vaivorykštėmis, klaidingai manant, kad tai – vaivorykštės fragmentai. Pažymėtina, kad vaivorykštė visada matoma priešingoje pusėje nei Saulė, na, o spalvingi halai paprastai matomi tik Saulės kryptimi. Gaila, tačiau dauguma halų atsiranda ir išnyksta nepastebėti, kadangi instinktyviai kreipiame akis tolyn nuo akinančių Saulės spindulių.

Halai kaip atmosferos reiškinys buvo žinomi nuo senų senovės, o sisteminiai stebėjimai, atkreipiant dėmesį į jų formų įvairovę, pradėti apie XVII a. vidurį. Vieną seniausių halų mokslinių aprašymų 1630 m. pateikė C.Šeineris. Jis kruopščiai aprašė aplink Saulę išsidėsčiusius švytinčius apskritimus, lankus ir dėmes. Šeinerio stebėtas halas buvo toks retas ir neįprastas, kad kai kurios jo detalės paaiškintos tik daug vėliau – XX a. pradžioje. Bene didingiausia to laikotarpio kompleksinį halą 1661 m. vasario 20 d. Gdanske stebėjo ir aprašė astronomas J.Hevelijus. Reginys buvo toks įspūdingas, kad vėliau buvo pavadintas „septyniomis Danzigo Saulėmis“.

1637 m. R.Dekartas paskelbė vieną žymiausių savo laikotarpio darbų, pavadintą „Diskursas apie Metodą, kaip teisingai

1 pav. a) baltos šviesos lūžis heksagoniniame ledo kristale (parodyti mažiausio nuokrypio mėlynos ir raudonos šviesos kampai); **b)** koncentrinio halo formavimosi geometrija. Apačioje: 22° halas aplink Saulę



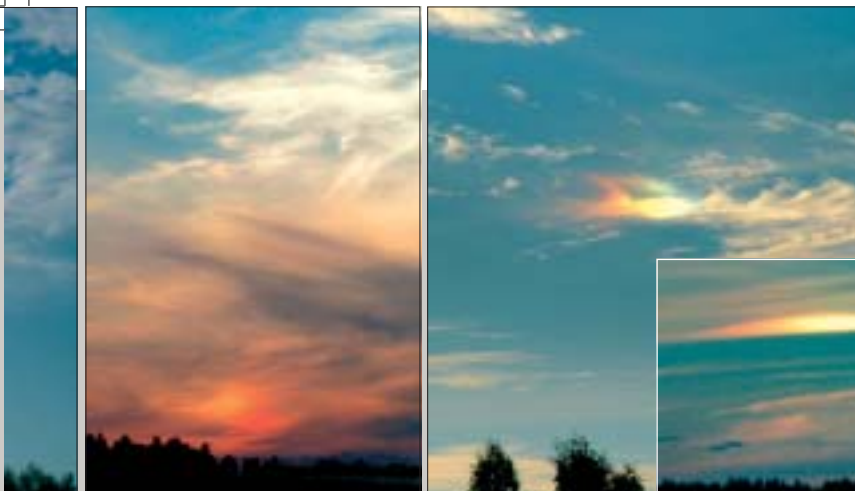
Ledo kristalų halai atmosferoje

Audrius DUBIETIS,
Ričardas BALČIŪNAS

suprasti priežastis ir ieškoti tiesos moksloose“. Veikalą sudarė trys dalys – Dioptrika (arba optika, kaip dabar mes tą suprantame), Geometrija ir Meteorologija. Įdomu tai, kad būtent šie mokslai ir yra tie kertiniai akmenys, ant kurių pamato buvo sukurta šiuolaikinė halų teorija. Dekartas pa-

naudojo šviesos lūžio dėsnius meteorologijoje ir atkreipė dėmesį, kad halai niekada nematomi lyjant lietui ar krintant rūkui, tad jie nieko bendro neturi su vandens lašais ir vaivorykštėmis. Atvirksčiai, Dekarto teigimu, halai randasi tik giedru oru, kai dangų dengia permatomi plunksniniai debesys. Kadangi halų švytėjime matyti tam tikras spalvų išsidėstymas, Dekartas spėjo, kad halų priežastis galėtų būti šviesos refrakcija (lūžis) ledo kristaluose, iš kurių, jo manymu, ir sudaryti plunksniniai debesys. Ši Dekarto mintis buvo išties toliaregiška, kadangi anuomet debesys buvo menkai pažinti ir net nebuvo klasifikuoti – iki to dar buvo likę daugiau nei pusantro šimtmečio. Nežinoma buvo nei plunksninių debesų sandara, nei aukštis, kuriame šie debesys formuojasi. Dekarto idėjas toliau išplėtojo žymus prancūzų fizikas E.Mariottas (kurį geriau žinome iš atrasto dujų dėsnio). 1681 m. jis parodė, kad paprasčiausi ir dažniausiai stebimi halai išties yra sąlygojami šviesos spindulių lūžio ledo kristaluose, o juos aprašyti galima remiantis geometrinės optikos dėsniais. Dekarto ir Mariotto pasiūlyta metodologija atmosferos optikoje tebėra taikoma ir šiandien. Remdamiesi Dekarto ir Mariotto darbais, šimtmečiu vėliau G.Venturis Italijoje ir T.Jungas Anglijoje padėjo mokslinės halų teorijos pagrindus. Halus stebėjo ir aprašė tokios iškilios mokslo asmenybės kaip Tycho Brahe, C.Hiugensas ir J.Fraunhoferis. Žymusis anglų astronomas E.Halis taip pat buvo ir aistringas halų stebėtojas bei tyrinėtojas. Iki šiol išlikę nemažai jo laišku, siųstų Karališkajai mokslo draugijai, kuriuose jis aprašė savo stebėjimus ir pastebėjimus. Didingi halai, sudaryti iš dešimčių ryškių fragmentų, buvo stebėti 1790 m. Sankt Peterburge (T.Lowitzas) ir 1849 m. Tartu (Medleris ir Klausenas).

A. DUBIETIS nuotr.



2 pav.
Parheliai
R. BALČIŪNO
nuotr.



3 pav. *Zenitinis lankas*

4 pav. *Viršutinis tangentinis lankas. Taip pat matyti silpnas 22° halas*



Pirmąją bendresnę teoriją, sistemiškai apibendrinusią daugelį to meto stebėjimų, 1845 m. sukūrė A.Bravė, kuris laikomas vienu šiuolaikinės kristalografijos pradininkų. Bravės teorija visiškai atitiko ano meto dvasią ir žinių lygį, tačiau joje buvo likę nemažai spragų ir netikslumų. Atsiradus fotografijai, halų stebėjimai buvo pakylėti į kokybiškai naują lygmenį. Žinias apie halus bei jų formų įvairovę gerokai praturtino ir poliarinės ekspedicijos. Halų stebėjimų rezultatai buvo nuolat skelbiami prestižiniame Amerikos meteorologų draugijos leidžiamame žurnale *Monthly Weather Review*, tačiau 1918 m. žurnalas šias publikacijas nutraukė, pasipylus daugybei menkaverčių stebėjimų. XX a. pradžioje halų teoriją papildė ir išstobulino L.Bessonas, Č.Hastingsas, E.Woolardas ir kiti, įtraukdami ir retų bei labai sudėtingų halų paaiškinimus. Halų teoriją tik visai neseniai (1999 m.) užbaigė W.Teipas ir G.Kionenas, kurie sudarė išsamų halų atlasą. Įskaitant visas ledo kristalų modifikacijas ir šviesos spindulių optinius kelius, jame yra daugiau nei 50 skirtingų halų tipų. Dauguma jų yra tik teoriniai ir niekada nestebėti realiomis sąlygomis.

Plunksniniai debesys, ledo kristalai ir halai

Jau Dekartas pastebėjo, kad halai randasi dangų dengiant permatomiems plunksniniams debesims. Šie debesys yra aukščiausi troposferos debesys. Ties ek-

vatoriumi plunksniniai debesys iškyla net į 12–15 km aukštį, o vidutinėse platumose jų aukštis svyruoja nuo 8 iki 10 km ir šiek tiek priklauso nuo metų laiko. Oro temperatūra tokia aukštyje nukrenta iki -50°C , todėl plunksniniai debesys, skirtingai nuo kamuolinių ar pluoštinių debesų, yra sudaryti vien tik iš ledo kristalų. Idealiūs ledo kristalai yra taisyklingos šešiakampio formos, arba heksagoniniai. Plunksniniai debesys formuojasi įšilusio drėgno oro masėms kylant aukštyn ir vėstant. Vandens garai kondensuojasi ir virsta ledo kristalais. Augdami šie kristalai paprastai įgauna plonų šešiakampių plokštelių ar adatelių (veikiau strypelių) pavidalą. Tuo nesunku įsitikinti atidžiau patyrinėjus apšerkšni-

jusią žolę po šaltos ir giedros nakties. Taisyklingiausi ledo kristalai susiformuoja tik tada, kai jie auga lėtai, taigi tam didelės įtakos turi aplinkos sąlygos – slėgis, temperatūra ir drėgmė. Plokštelių formos kristalai paprastai susidaro esant maždaug -20°C temperatūrai, o strypeliai ar netaisyklingų formų polikristalai formuojasi esant žemesnei arba aukštesnei temperatūrai. Ne mažiau svarbų vaidmenį vaidina ir kondensacijos centrai – atmosferoje pasklidusios smulkios dulkelės, aerosoliai ar net atskiros neorganinių druskų molekulos. Vykstant kondensacijai, šių centrų cheminė sudėtis nulemia elektrocheminius procesus, kurie savo ruožtu turi įtakos būsimų ledo kristalų galimai formai bei dydžiui. Įvairiais stebėjimais nustatyta, kad taisyklingiausi ir didžiausi ledo monokris-

talai užauga vandens garams kondensuojantis ant palyginti didelių jūros druskos dalelių ar tam tikros sudėties dulkių, kurias po atmosferą išblaško smėlio audros. Tačiau kai kondensacijos centrais tampa sieros rūgštis ar sulfatų junginiai, kurie plačiai pasklidę atmosferoje dėl ugnikalnių veiklos, ledo kristalai paprastai būna arba netaisyklingos formos, arba labai maži.

Laikui bėgant ir keičiantis aplinkos sąlygoms, kristalai ima garuoti nesilydydami (toks procesas vadinamas sublimacija) ar įgauna sudėtingesnes formas – virsta polikristalais, o galiausiai ir mažytėmis snagėmis, kuriose taip pat galima įžiūrėti šešiakampės simetrijos elementų.

Nukelta į 34 p.

A. DUBIEČIO nuotr.



Ledo kristalų halai atmosferoje

Atkelta iš 5 p.

Dėl sublimacijos taisyklingų šešiakampių briaunos dyla, o kristalai virsta apvalainomis nodulėmis, kurios viso labo tik sklaido šviesą.

Taisyklingų ledo monokristalų dydis svyruoja nuo 25 mikrometrų iki 0,25 mm (1 mikrometras = 0,001 mm). Gerai žinoma, kad prizme galima išskaidyti baltą Saulės šviesą į sudedamąsias spalvas – spektrą. Ledo monokristalai, panašiai kaip ir mažytės prizmės, laužia ir atlenkia Saulės šviesos spindulius. Kampas, kuriuo atlenkiami šviesos spinduliai, priklauso ne tik nuo prizmės viršūnės kampo, bet ir nuo pačių spindulių kritimo kampo. Tačiau kiekvienai prizmei egzistuoja vadinamasis mažiausio nuokrypio kampas. Paprastai tariant – tai mažiausias įmanomas spindulių atlenkimo kampas, kuris keičiant spindulių kritimo kampą (ar pačios prizmės orientaciją) tik didėja. Heksagoninių ledo kristalų briaunos atitinka prizmes su 60° ir 90° viršūnės kampu, taigi tokių prizmių mažiausio nuokrypio kampai yra atitinkamai 22° ir 46°. Tai yra pagrindiniai kampai, kuriais stebimi halai. O kadangi ledo lūžio rodiklis priklauso ir nuo šviesos bangos ilgio (spalvos), tai ir mažiausio nuokrypio kampai skirtingoms spalvoms šiek tiek skiriasi – mėlyni šviesos spinduliai yra atlenkiami didesniu, o raudoni – mažesniu kampu (1 pav.).

Halai matyti tik tada, kai dangų dengia iš taisyklingų formų ledo kristalų sudaryti plunksniniai debesys. Taisyklingiausi halai formuojasi, kai dangų dengia ištisinis permatomų plunksninių-pluoštinių (*cirrostratus*) debesų šydas. Šie debesys dažniausiai susidaro artėjant atmosferos frontams, tad ir halai neretai laikomi orų kaitos pranašais. Kai plunksniniai debesys daugiasluoksniai, juose esti ne tik įvairių dydžių, bet ir formų ledo kristalų. Tuomet matyti įspūdingi kompleksiniai halai. Halų morfologija (formų įvairovė) yra be galo turtinga, o visi halai sąlyginai gali būti skirstomi pagal tai, kurie kristalo kampai laužia šviesą ir kaip tie kristalai orientuoti erdvėje (tvarkiai ar chaotiškai). Tai – refrakciniai halai, juose aiškiai matyti Saulės spektro spalvos. Kol ledo kristalai yra labai maži (25–50 mikrometrų), jų briaunos lygiagrečių Saulės spindulių pluošto atžvilgiu yra orientuotos chaotiškai. Taigi debesyje yra tikra mažyčių ledo prizmių maišalynė. Bū-

tent dėl chaotiškos ledo prizmių orientacijos matomi koncentriniai halai, kurių centre yra Saulė (1 pav.). Tokie yra mažasis (22°) ir didysis (46°) halai. Kristalams augant, vis stipriau reiškiasi sunkio jėga, tad jie ima kristi žemyn kelių dešimčių centimetrų per sekundę greičiu. Dėl aerodinamių jėgų atsiranda tam tikra kristalų orientacija. Paprastai kristalai orientuojasi taip, kad pasipriešinimo jėga būtų didžiausia (štai čia pirmųjų halų teorijų kūrėjai klydo, manydami, kad yra atvirkščiai). Tokiu būdu plokštelių formos ledo kristalai orientuojasi taip, kad vidutinė jų plokščiosios pusės padėtis tampa lygiagrečiai Žemės paviršiui. Tokie kristalai leidžiasi žemyn siūbuodami į šonus kaip krintantys medžio lapai ramią rudens dieną. Strypeliai orientuojasi ilgąja ašimi horizontaliai Žemės paviršiui, neretai įgaudami ir sukamąjį judesį apie trumpąją ašį. 50–100 mikrometrų dydžio kristalai yra iš dalies orientuoti, o 200 mikrometrų ir didesni – jau visiškai orientuoti. Orientuotų ledo kristalų kuriami halai yra daug sudėtingesni, o kai kurie iš jų labai spalvingi ir ryškūs. Tai – parheliai, zenitinis ir tangentiniai lankai. Orientuoti ledo kristalai kuria ir atspindžio halus – Saulės stulpus ar parhelių ratą. Šie halai yra bespalviai (balti), nes Saulės šviesa yra tiesiog atspindima taisyklingų kristalų briaunų. Kuo tvarkingesnė kristalų orientacija, tuo ryškesnis jų kuriamas halas. Orientuotų ledo kristalų sąlygojamų halų forma ir ryškumas priklauso nuo Saulės aukščio virš horizonto. Beje, ryškiausi halai stebimi, kai plunksninių debesų sluoksnis yra plonas (optinis tankis <1), nes būtent ploname debesų sluoksnyje yra išvengiama daugkartinės šviesos sklaidos efektų, kurie suleija vaizdą. Dažniausiai matomi yra 22° halas ir jo viršutinis bei apatinis tangentiniai lankai, parheliai, parhelių ratas, zenitinis lankas ir Saulės stulpas. Šie 7 halai aprėpia daugiau kaip 95 proc. visų matomų halų reiškinių, o daugiau nei pusė iš jų visų tenka 22° halui ir parheliams.

Koncentriniai halai

Bene dažniausiai iš visų halų matomas 22° halas, dar vadinamas mažuoju halu (1 pav.). Tai švytintis ratas apie Saulę, kurio spindulys yra maždaug 22°, o skersmuo – 44°. Dažnai matomi tik šio halo fragmentai, o jų dydis priklauso nuo

to, kaip tolygiai dangų dengia debesys. Paprastai šį halą sunkoka įžiūrėti dėl akinančios Saulės šviesos. Tačiau, „paslėpus“ Saulę už namų, medžių ar kitų kliūčių, ar tiesiog žiūrint pro Saulės akinius, mažasis halas tampa gerai pastebimas. Šį halą kuria Saulės šviesa, atlenkiama chaotiškai erdvėje orientuotų mažyčių strypelių formos ledo kristalų. Dėl skirtingo raudonų ir mėlynų spindulių lūžio vidinė halo pusė yra rausva, o išorinė – melsva. Atlenkimo kampų skirtumas bei Saulės regimasis skersmuo lemia regimąjį halo plotį (maždaug 1,5°), į kurį sutelpta visos likusios regimojo spektro spalvos. Kadangi šviesos spinduliai negali būti atlenkiami mažesniu kampu nei minimalus, vidinė halo pusė visada yra tamsesnė už išorinę, o apskritimo viduje matome tik išsklaidytą Saulės šviesą. Galima pastebėti ir tai, kad raudonasis halo kraštas yra daug ryškesnis nei mėlynasis, nes išorinėje pusėje jau persikloja ir kitų spalvų šviesos spinduliai, atlenkiami didesniu nei minimaliu kampu. Kai Saulė neaukštai pakilusi virš horizonto, dėl regimojo atmosferos storio padidėjimo ir atmosferos sklaidos viršutinė šio halo dalis yra geroai šviesesnė už apatinę. 22° halas gerai įžiūrimas aplink Mėnulį, ypač pilnaties metu. Kadangi Mėnulis viso labo tik atspindi Saulės šviesą, tai spalvos dėl mažo jų intensyvumo akimi beveik nematomos, nors ir įžvelgiamos nuotraukose.

Kur kas rečiau yra matomas didysis arba 46° halas. Jį sąlygoja tie patys strypelių formos ledo kristalai, tačiau šviesa yra laužiama ne jų briaunų, kaip 22° halo atveju, o viršūnių, sudarančių 90° kampą. Tačiau strypelių pavidalo kristalai dažniausiai būna tuščiaviduriai, tad neturi taisyklingų stačiakampių briaunų, dėl to didysis halas yra retas svečias mūsų danguje.

Parheliai

Parheliai yra patys ryškiausi iš visų Saulės šviesos kuriamų optinių atmosferos reiškinių. Tai – ryškūs ir spalvingi taškai arba dėmės, esantys Saulės aukštyje. Jei kartu matyti ir 22° halas, parheliai atrodo kaip šio halo paryškėjimai.

Tačiau, skirtingai nei 22° halas, parheliai yra formuojami orientuotų (taigi pakankamai didelių) plokštelių formos ledo kristalų, todėl jie yra daug ryškesni ir spalvingesni. Dažnai matomas tik vienas iš parhelių. Parheliai būna ryškiausi, kai Saulė pakilusi į 15 laipsnių aukštį virš horizonto. Saulei kylant aukštyn, parheliai silpsta, jų spalvos blanksta, o padėtis pamažu tolsta nuo 22° halo. Saulei pakilus aukščiau nei 60° virš horizonto, parheliai išnyksta. Jei ledo kristalai nėra idealiai orientuoti, parheliai iššūta vertikaliai, virsdami spalvotais lankais, kuriuos nepaty-



5 pav. Saulės stulpas po saulėlydžio

A. DUBIEČIO nuotr.

rę stebėtojai lengvai gali palaikyti vaivorykštės fragmentais. Priklausomai nuo debesų formos, parheliai gali įgauti neįtikėtinas formas (2 pav.). Akinamai ryškūs parheliai gali būti palaikyti Saule, jei pastarosios tiesiogiai nematyti. Dėl to parheliai kartais vadinami netikromis saulėmis (*mock suns*). Retais atvejais parheliai gali būti stebimi ir ant lėktuvų paliekamų kondensacijos pėdsakų.

Zenitinis lankas

Kai matyti ryškūs parheliai, retkarčiais tiesiai virš galvos sušvinta nepaprasto grožio spalvingas puslankis, išlinkęs į priešingą pusę nuo Saulės (3 pav.). Tai – zenitinis lankas. Zenitinis lankas (dar vadinamas Bravės lanku), neskaitant parhelių, yra pats įspūdingiausias iš visų halų. Spalvų sodrumu ir ryškumu zenitinis lankas gali drąsiai varžytis su vaivorykšte. Įspūdį sustiprina ir tai, kad regimasis debesų sluoksnio storis zenite yra mažiausias, tad atrodo, lyg zenitinis lankas švytėtų giedrame danguje. Zenitinį lanką kaip ir parhelius formuoja tos pačios horizontaliai orientuotos ledo kristalų plokštelės, tačiau šiuo atveju šviesą laužia stačiakampė jų briauna, tad šis halas kartais dar vadinamas 46° halo viršutiniu tangentiniu lanku. Šis nuostabaus grožio halas yra ryškiausias, kai Saulės aukštis virš horizonto yra 22 laipsniai. Saulei kopiant aukštyn, zenitinis lankas pamažu plečiasi ir blėsta, kol visiškai išnyksta, Saulei pakilus į 32 laipsnių aukštį. Geriausias laikas pamatyti zenitinį lanką – pavasaris ir ruduo. Panašiai formuojasi ir vadinamasis horizontinis lankas. Tai – spalvinga juosta palei horizontą. Tačiau horizontinis lankas stebimas tik Saulei esant labai aukštai ($>57^\circ$ virš horizonto). Lietuvoje net ir ilgiausios dienos metu Saulė nepasiekia 60° aukščio, tad horizontinis lankas mūsų platumose, deja, beveik nematomas.

Tangentiniai lankai

Kai Saulė neaukštai, viršutinis ir apati-

nis tangentiniai lankai matomi kaip du atskiri lankai, liečiantys 22° halą jo viršutiniame ir apatiniame taškuose. Tangentiniai lankai išlinkę į priešingas puses nuo Saulės, o kartais matomi tik kaip 22° halo pašviesėjimai viršuje ir apačioje (4 pav.). Saulei kylant aukštyn, tangentinių lankų išlinkis mažėja, ir galiausiai jie susilieja į vienišą vertikalai suplotą elipsę, supančią apskritą 22° halą. Tangentinius lankus, kaip ir 22° halą, kuria strypelių formos ledo kristalai. Tačiau tangentinių lankų atveju šie kristalai yra dideli (~ 200 mikrometru), dėl sunkio jėgos jie įgyja horizontalią orientaciją. Nejprasta tangentinių lankų (o ir viso ovalinio halo) forma susijusi su tuo, kad šviesos spinduliai į tokius kristalus krinta įkypai, todėl jų laužiamasis ir mažiausio nukrypimo kampas regimai padidėja.

Atspindžio halai

Atspindžio halai nėra spalvoti, tačiau jie ne mažiau įdomūs ir efektingi. Atspindžio halus formuoja dideli tiek plokštelių, tiek ir strypelių formos ledo kristalai. Geriausiai žinomas atspindžio halas yra vertikalus Saulės stulpas – siauras švytintis Saulės „spindulys“, atsirandantis dėl šviesos atspindžio nuo orientuotų ledo kristalų horizontalių plokštumų. Paprastai Saulės stulpas gerai matomas Saulei tekant ar leidžiantis, o ypač efektingai atrodo, kai pati Saulė jau būna pasislėpusi už horizonto ar panirusi į debesį (5 pav.). Aukščiausias Saulės stulpas matomas, kai šviesą atspindintys kristalai nėra idealiai lygiagrečiai orientuoti. Šaltu ir ramiu oru šviesos stulpai gali būti formuojami gatvės žibintų bei tolimų miesto šviesų.

Parhelių ratas taip pat yra sukliamas šviesos atspindžio, tačiau, skirtingai nei Saulės stulpo atveju, šviesą atspindi ne orientuotų ledo kristalų plokštumos, bet briaunos. Jei plunksniniai debesys dengia dangų vientisu sluoksniu, parhelių ratas, esantis Saulės aukštyje, gali juosti nemažą dangaus skliauto dalį ar net visą dangų. Tačiau dažniausiai matomi tik didesni ar mažesni parhelių rato fragmentai (6 pav.).

Halų stebėjimai ir tyrinėjimai iki šiol tebeturi mokslinę vertę, tad traukia ne tik mėgėjų, bet ir profesionalų dėmesį. Šiaurės šalyse, pvz., Suomijoje, bendradarbiaujant halų stebėjimo entuziastams ir mokslininkams, įsteigti ir veikia gerai organizuoti halų

stebėtojų tinklai, kurie specializuojasi stebėti retus ir neįprastus halus. Būtent šie stebėjimai padėjo neseniai įrodyti, kad itin žemose temperatūrose (apie -80°C) troposferoje susidaro itin retos – kubinės simetrijos ledo kristalai, kurių egzistavimo faktas ilgą laiką buvo ginčijamas. Kitais atvejais, taip pat esant ekstremalioms aplinkos sąlygoms, ledo kristalų augimo greitis išilgai jų ašių smarkiai skiriasi, todėl net ir heksagoniniai ledo kristalai tampa kitokie – jų viršūnės nusmailėja ir primena piramides. Kai Saulės šviesą laužia tokie sa-



6 pav. Parhelių ratas. Kairiau švyti parhelis

votiški kristalai, matyti neįprasto skersmens halai, kurie yra tikra retenybė.

Įvairiais vertinimais plunksniniai debesys dengia iki 20 proc. viso Žemės rutulio. Nors plunksninių debesų sluoksnis yra plonas, šie debesys vaidina svarbų vaidmenį globalioje atmosferos cirkuliacijos sekoje. Plunksniniai debesys, kaip ir žemesnieji troposferos debesys, sugeria, praleidžia, atspindi ar išsklaido ne tik Saulės šviesą, bet ir šiluminę (infraraudonąją) spinduliuotę, kurią skleidžia Žemės paviršius. Norint įvertinti plunksninių debesų svarbą vadinamajam šiltnamio efektui, būtina tiksliai žinoti jų sandarą bei mikrofizinis ypatumus, t.y. ledo kristalų formą, dydį bei elgseną. Iki šiol plunksninių debesų sąlygojamas šiltnamio efektas yra vienas mažiausiai ištirtų veiksnių, veikiančių visą Žemės klimatą. Nustatyta, kad vis gausėjantys dirbtiniai plunksniniai debesys – stabilūs (ilgalaikiai) lėktuvų pėdsakai, taip pat ima vaidinti nemenką vaidmenį ir turi įtakos lokaliai klimatui. Tad moksliniai halų stebėjimai iki šiol turtina mūsų žinias apie plunksninius debesis, jų sandarą ir ypatumus ir padeda geriau suvokti šių debesų vaidmenį bei įtaką klimato kaitos procesams, kurie dabar nepaprastai aktualūs.