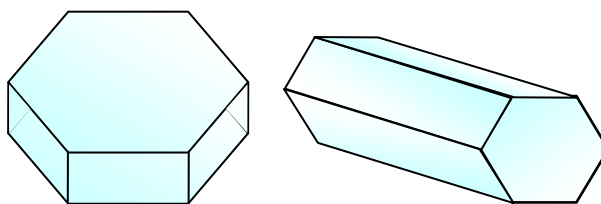


Skupina 4: Haloji

Naloga: Izdelajte predstavitev v programu PowerPoint, s katero boste obravnavano tematico predstavili sošolcem. Na učnem listu so navedene teme, ki jih naj vaša predstavitev vključuje, skupaj z razlago, ki naj vam rabi kot vodilo. Dodatne informacije in slike za predstavitev so dosegljive na spletnih naslovih, navedenih na koncu, oziroma jih boste poiskali sami s spletnim iskalnikom. Pri izdelavi prosojnic sledite napotkom v zvezi z izdelavo kvalitetnih prosojnic, ki jih boste prejeli od učitelja.

Kaj je halo?

Halo je barvni obroč, ki se pojavi okoli Sonca ali Lune. Za razliko od nastanka mavrice, do katere pride zaradi loma svetlobe na dežnih kapljah, je vzrok za nastanek haloja lom svetlobe na ledenih kristalčkih. Dežne kapljice so približno okrogle in v prostoru nimajo določene orientacije. Drugače pa je s kristalčki ledu, ki imajo po navadi obliko heksagonalne prizme, tako da lahko v prostoru zavzamejo določeno orientacijo. Razlikujemo podolgovate kristalčke (heksagonalne stebričke) in heksagonalne ploščice, kot je prikazano na sliki 1. Če nanje posvetijo Sončni žarki, se le-ti v njih lomijo in odbijajo, kar privede do različnih zanimivih optičnih pojavov, ki jih imenujemo »halo«.

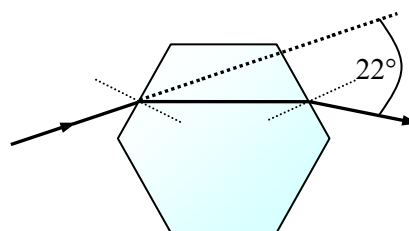


Slika 1. Tipične oblike ledenih kristalov.

Kristalčki, ki povzročijo nastanek haloja, se nahajajo tipično na 8 km – 10 km nadmorske višine, kjer je dovolj hladno. Tvorijo prosojne oblake, ki zastirajo nebo. Rast kristalov je pogojena z nalaganjem vodne pare na majhne prašne delce. Če je vodne pare dovolj in je temperatura dovolj nizka (manj kot $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$), začnejo kristali rasti. Počasnejša kot je njihova rast, bolj pravilne oblike tvorijo. Pod ugodnimi pogoji lahko tako nastanejo relativno veliki kristali pravilnih oblik. Nastali kristalčki počasi padajo proti tlom. Če so zelo majhni, padajo sicer zelo počasi, a pri tem ne zavzamejo posebne orientacije. Dovolj veliki kristalčki pa padajo hitreje in se ob tem postavijo v določeno lego, v kateri je zračni upor največji. Stebrički so obrnjeni tako, da je njihova dolga os vzporedna s tlemi, pri ploščicah pa je s tlemi vzporedna osnovna ploskev. Če je plast oblakov dovolj tanka, da lahko skozi njo posijejo sončni žarki (ali da lahko skozi njo prodre lunina svetloba), nastane halo. Poznamo več vrst optičnih pojavov, ki jih imenujemo s skupnim imenom halo, pri čemer je najpogostejša oblika mali halo. To je belkast obroč, s polmerom 22° okoli Sonca ali Lune.

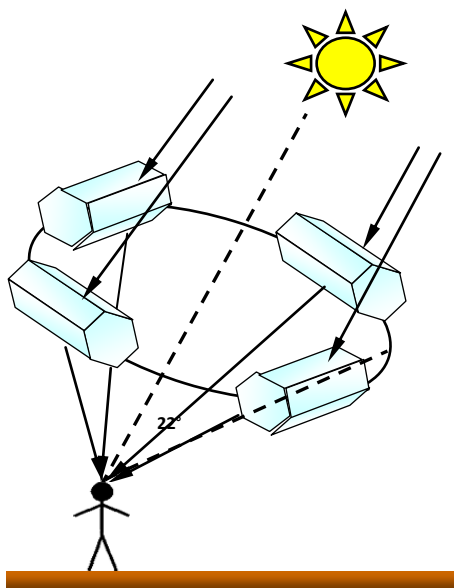
22-stopinjski halo

Kot smo omenili, je razlog za nastanek obroča okoli Sonca ali Lune prehod svetlobnega žarka skozi kristal ledu. Na sliki 2 je prikazana pot žarka skozi kristal. Ker ima led večji lomni količnik ($n = 1,31$) kot zrak ($n = 1$), se žarek lomi pri prehodu v kristal in ven iz njega. Vpadni kot je seveda poljuben (odvisen je od tega, kako je kristal v zraku obrnjen), a smer izhodnega žarka se pri tem spremeni zelo malo in kot med vpadnim in izhodnim žarkom ni nikoli manjši kot 22° . Ko tako



Slika 2. Pot žarka skozi kristal ledu.

svetloba pada na kristalčke, so ti sicer poljubno orientirani, a največja koncentracija žarkov je vedno pri odklonskem kotu 22° . Zato obroč okoli Sonca ali Lune tudi zaznamo pri tem kotu,



Slika 3. K nastanku 22° haloja prispevajo kristali, ki ležijo na obroču 22° od Sonca.

kot je prikazano na sliki 3. Seveda kristalčki ledu ne ležijo izključno na tem obroču, toda naše oko zazna le svetlobo, ki je prepotovala skozi kristale ležeče 22° od Sonca ali Lune. Ker je na nebu navadno več milijonov kristalčkov, se najde dovolj takšnih, ki izpolnjujejo ta pogoj. Ob ugodnih razmerah lahko v haloju zaznamo tudi nekaj barv. Notranjost obroča je rjavkasto rdeča, medtem ko je zunanji rob belkasto moder. Razlog za to je, podobno kot pri mavrici, nekoliko različne vrednosti lomnih kotov za svetlobo z različnimi valovnimi dolžinami; modra svetloba se pri prehodu skozi kristal odkloni nekoliko bolj. Za 22° -stopinjski halo je na nebu potrebna navzočnost kristalčkov z vsemi možnimi orientacijami. A kot smo omenili zgoraj, kristali zaradi zračnega upora padajo v točno določeni orientaciji, kar privede do dodatnih optičnih pojavov, ki so opisani v nadaljevanju.

Sosonca in tangencialni lok k 22° -stopinjskemu haloju

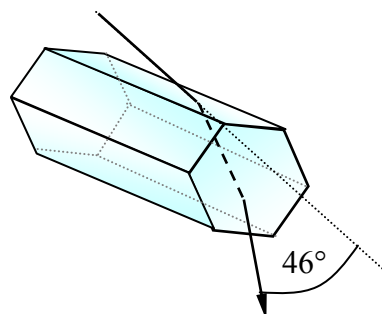
Kadar stebričasti kristalčki padajo z vzdolžno osjo v vodoravni smeri, poleg 22° haloja opazimo tudi lok, ki leži nad Soncem ali Luno in se ga v najvišji točki tudi dotika. Pojav imenujemo zgornji tangencialni lok, njegova oblika pa je odvisna od višine Sonca nad obzorjem. V primeru, da je Sonce zelo visoko (nad 30°), lahko opazimo tudi spodnji tangencialni lok, ki se 22° -stopinjskega haloja dotika s spodnje strani.

V primeru, da je Sonce dovolj nizko in ledeni kristalčki v obliki heksagonalne ploščice padajo tako, da je osnovna ploskev vzporedna s tlemi, se na levi in desni strani haloja, v isti liniji kot je Sonce, pojavita svetli lisi. Ker sta lisi primerljivi s podobo Sonca, ju imenujemo sosonci. Pojav lahko opazimo tudi ob svitu polne Lune (vidimo soluni).

Človek se upravičeno vpraša, kako je mogoče, da lahko 22° -stopinjski halo, tangencialni lok in sosonci na nebu uzremo hkrati, ko pa vsak pojav zahteva svojo orientacijo določenih kristalov. Razlog je v tem, da ozračje ni nikoli povsem mirno. Veter in turbulence onemogočajo enolične orientacije kristalov. Ker je kristalčkov ogromno, se tako v množici najde veliko takšnih, ki vodijo do pojava sosonc in tangencialnega loka. Veliko pa je takšnih, ki so obrnjeni popolnoma naključno, zaradi česar vidimo 22° -stopinjski halo. Iz tega razloga se pogosto tudi zgodi, da cel obroč ni povsod enako izrazit. Na območjih, kjer so orientacije kristalov dovolj pomešane ga vidimo dobro, kjer pa kristali padajo zelo složno, je halo manj izrazit.

46-stopinjski halo

Žarek svetlobe lahko skozi stebričast kristal potuje tudi tako, da je lomni kot 46° , kot je prikazano na sliki 4. V tem primeru žarek vstopi skozi stransko ploskev izstopi pa skozi osnovno. Pri tovrstnem prehodu nastane veliki halo, čigar polmer je 46° , mehanizem nastanka pa je



Slika 4. Pot žarka skozi kristal, ki privede do 46° haloja.

praktično enak kot pri malem haloju. A žal do pojava velikega haloja pride zelo redko; verjetnost zanj je približno dvajsetkrat manjša kot za mali halo. Razlog je v tem, da ploskve kristalov, ki bi omogočile lom pod 46° niso idealno gladke, tako da takšen lom ni izrazit. Poleg tega je veliki halo redko viden v celoti, saj redkokdaj obstajajo oblaki ledenih kristalov, ki bi enakomerno pokrivali tako velik del neba, kot to zahteva veliki halo.

Obravnavali smo le nekaj najbolj znanih optičnih pojavov, ki nastanejo kot posledica loma svetlobe na ledenih kristalih. Dejansko obstaja še več vrst halojev in njim sorodnih optičnih pojavov, ki jih nismo omenjali.

Dodatne informacije in slike za izdelavo vaše predstavitve

1. Slike, ki jih lahko vključite v vašo predstavitev, so na voljo na naslovu:

<http://kompetence.uni-mb.si/gradiva.html>

v poglavju »Optični pojavi v atmosferi«.

2. Dodatne informacije in več slik lahko dobite na naslednjih spletnih straneh:

Naslov:	Kratek opis:
http://www.kvarkadabra.net/index.html?pojavi/teksti/optika_atmosfera.htm	Članek mavrici in halojih, v slovenskem jeziku.
http://www.gea-on.net/clanek.asp?ID=842	Na kratko o halojih.
http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/opt/ice/halo/46.rxml	Informacije in fotografija 46° haloja.
http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/opt/ice/halo/22.rxml	Informacije in fotografija 22° haloja.
http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/atmos/halo.html#c1	Informacije o halojih.

3. Dodatne informacije poiščite s spletnimi iskalniki (npr. Google), pri čemer uporabite sledeče ključne besede: *22 halo*, *46 halo*, *tangent arcs* (*tangencialni lok*), *sun dogs* (*sosonci*).

V kolikor je vaše iskanje omejeno na slike in fotografije, uporabite funkcijo »išči slike«, ki jo ponujajo različni iskalniki. Pri vsaki sliki ali fotografiji, ki jih boste sneli s spleta in uporabili v predstavitvi, morate navesti, od kod ste jo dobili. To najlažje storite tako, da na prosojnici pod sliko dodate okvirček za besedilo, v katerega zapišete spletni naslov, na katerem ste sliko našli. Slik, ki ste jih našli na spletni strani projekta »Razvoj naravoslovnih kompetenc« (pod točko 1), ni treba citirati, saj so del učnega gradiva. V kolikor imate ustrezne lastne fotografije, je seveda zelo zaželeno, da jih uporabite.