

ÉGRE NÉZŐ FÖLDÖN KÍVÜL

A Csillagászat Nemzetközi Évéhez csatlakozva cikksorozatunk ez alkalommal elhagyja a Földet és a Naprendszer más bolygóira utazik.

A Föld légkörének összetétele eltér a többi légkörrel rendelkező bolygó atmoszférájától, így egy másik bolygón a kialakuló légköroptikai jelenségek is másfélék lesznek. A Földön megfigyelt halojelenségek alapján sokféle következtetést vonhatunk le: kideríthetjük a halókat létrehozó jégkristályok alakját, illetve fény derülhet azok keletkezési körülményeire is. Földi tapasztalatainkat így módon más égitestek légkörének vizsgálatához is felhasználhatjuk.

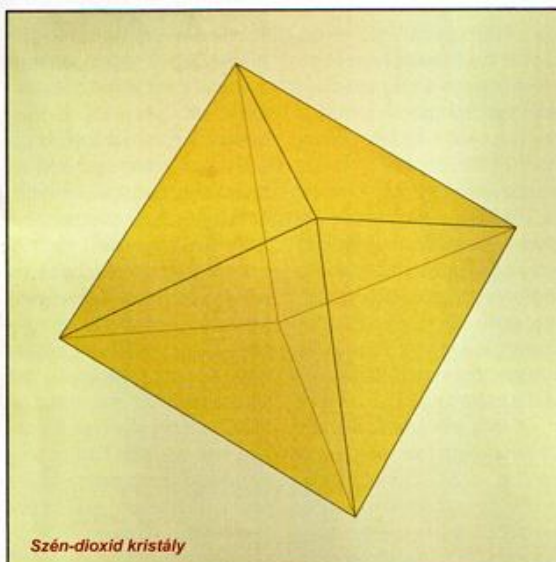
csak akkor mondható el, ha a kristályok szilárd halmazállapotú vízből, azaz jégből állnak.

A vörös bolygón

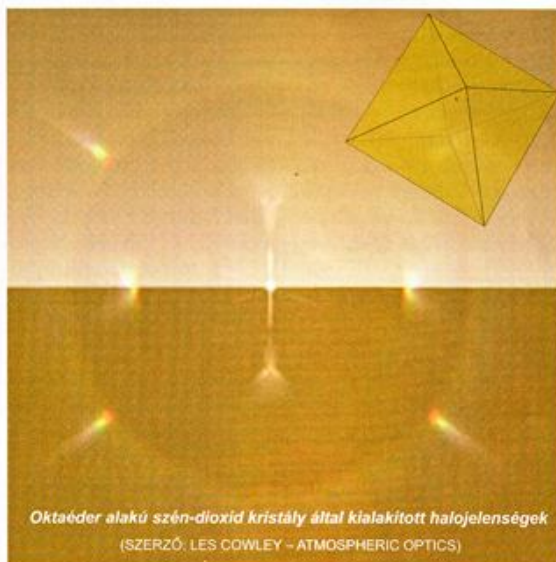
A Mars légkörének legfontosabb összetevője a CO_2 (szén-dioxid), amely az ott uralkodó körülmények között (-123 Celsius-fokon) megfagy. Mivel ilyen hőmérsékleti viszonyok gyakran előfordulnak a bolygón, így valószínűleg megtalálhatóak a légkörében CO_2 jégkristályokból álló felhők – főként a sarki

lyek megjelenése a földi halojelenségektől eltérő. A kocka alakú jégkristályok esetében 81 fok sugarú, az oktaéder és a tetraéder esetében 39 fok sugarú, a rombdodekaéder esetében 30 fok sugarú, a kuboktaéder esetében pedig 26 fok, illetve 39 fok sugarú körív alakulhat ki a Nap körül. E jelenség nagyban hasonlít a Földön ismert 22 fokos halóhoz, csupán az átmérője más.

A földi halojelenségek az egyszerű köríveken felül jóval gazdagabb formavilággal rendelkeznek: ismerünk ív-, illetve



Szén-dioxid kristály



Oktaéder alakú szén-dioxid kristály által kialakított halojelenségek
(SZERZŐ: LES COWLEY - ATMOSPHERIC OPTICS)

A halojelenségeket (melyről bővebben már olvashattak Égre néző sorozatunkban, az Élet és Tudomány 2008/49-es számában) a magas szintű felhőkben lévő jégkristályokban megtörő, vagy az azokról visszaverődő fény okozza. A Földön rendkívül sokféle jelenséget ismerünk, hiszen a fény útja a kialakulásukban részt vevő jégkristályok formájától és térbeli elhelyezkedésétől függően minden esetben más és más. A jégkristályok formája a keletkezés helyi adottságainak függvényében eltérő, leggyakrabban hatszög alapú lap és hasáb kristályok képződnek. Ez azonban

területek felett. A vízjég hexagonális szerkezetével ellentétben a CO_2 jégkristályok négyszöges szimmetriával rendelkeznek. Ez azonban nem jelenti azt, hogy csak kocka alakú jégkristályok képződhetnek. Kialakulhatnak tetraéder, oktaéder, dodekaéder, kuboktaéder, 12 oldalú rombdodekaéder, sőt 24 oldalú hexakisoktaéder formák is.

Az áttetsző lapokból felépülő jégkristályok valószínűleg véletlenszerűen forognak a levegőben, mindenféle szabályosság nélkül. A különféle formájú CO_2 jégkristályokban megtörő napfény sokféle jelenséget hozhat létre, me-

hurokszerű, valamint foltoszerű jelenségeket is. Ezek kialakulása a jégkristály szabályos térbeli elhelyezkedéséhez kötött. Ugyanahhoz a formához tehát többféle jelenséget köthetünk attól függően, hogy a jégkristály lapjai mekkora szöget zárnak be a horizonttal. A marsi jégkristályok esetében is feltételezhetünk ilyen szabályos elrendeződést. Lehetőségek például, hogy a jégkristályok úgy forognak a levegőben, hogy közben alsó lapjuk a horizonttal közel párhuzamos. Ezek jelenlétében a földi melléknaphoz, illetve érintőívekhez hasonló jelenségek tűnhetnek fel a marsi égbolton. Az

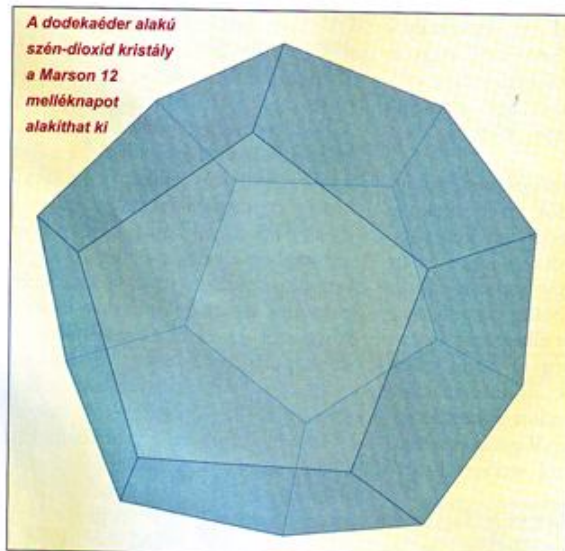


Alnap egy repülőgépről (BODÓ MÓNICA FELVÉTELE)

oktaéder alakú jégkristályok 4, a kuboktaéder jégkristályok 8, a dodekaéder jégkristályok pedig 12 marsi melléknapot alakíthatnak ki. Ezek formája, Naphoz viszonyított helyzete és erőssége nagyban függ a napmagasságtól és a CO_2 jégkristályok méretétől.

A Földön számos olyan halojelenséget ismerünk, melyek megpillantásának feltétele, hogy a horizont alatti területeket lássuk. Ez például egy repülőgépről vagy egy magas hegy csúcsáról lehetséges. Legkönnyebben az alnapot fedezhetjük fel, mely a

Nap alatti fehér színű fényes foltként jelentkezik. Kialakulása rendkívül egyszerű: a horizonttal közel párhuzamosan álló jégkristályok felső lapjáról visszaverődő fény hozza létre. Alnapot kis szerencsével egy repülőút folyamán pillanthatunk meg.



A dodekaéder alakú szén-dioxid kristály a Marson 12 melléknapot alakíthat ki



Alnap a Mars légkörében (MARS ORBITER CAMERA - PHOTOJOURNAL)

Ilyen jelenség egészen biztosan van a Marson – alnapot észlelt a Mars körül keringő szonda, a Mars Orbiter kamerája is.

A Titán felhői

A Szaturnusz legnagyobb holdjának, a Titánnak légkörében CH_4 (metán) és C_2H_2 (etán) jégkristályok képezhetik a halojelenségek kialakulásához szükséges fénytörő közeget. Ahhoz, hogy a jelenségek valóban kialakulhassanak, több

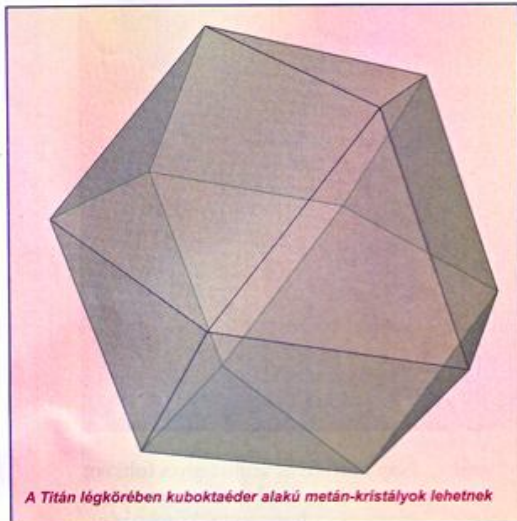
elhelyezkedő hasábkristályok – a földi 22 fokos halo helyett – itt 32 fok sugarú körívet alakítanak ki. Emellett ez a jégkristály is létrehozhat melléknapokat, illetve különféle érintőíveket. A Huygens leszállóegység 2005. január 14-én a Titán légkörébe való leereszkedéskor több műszerével is figyelte az égboltot, de légkör-optikai jelenséget nem sikerült megfigyelnie. Halojelenségek megörökítésére a légkör felső részénél lett volna a legnagyobb esély, mivel itt még elég vékony a felhőréteg ahhoz, hogy a jégkristályok felületét megfelelő erősségű napfény érje.

Jeges golyók

Az égbolton feltűnő halojelenségek mellett ismertünk olyan földi jelenségeket is, melyek a földfelszínen elhelyezkedő jégkristályok okozta fénytörés vagy fényvisszaverődés miatt alakulnak ki. Eszerint ilyen jelenségeket feltételezhetünk a jégfelszínnel rendelkező holdakon is (például az Európán vagy az Enceladuson). Az Enceladus déli pólusának környezetében működő gejzírek kidobódott anyagfelhőiben többféle gázt (szén-dioxid, metán, ammónia, nitrogén), illetve jégzemcséket sikerült azonosítani. Mivel a kijutó anyagfelhő egy része visszahullik a felszínre, a szétszóródó jégkristályok elvben kialakíthatnák a felszíni halojelenségeket. Ezen jégkristályok azonban feltételezhetően túl nagyok, formájuk pedig a kilökődés miatt valószínűleg nem szabályos, így a jelenségek kialakítására nemigen lehetnek alkalmasak.

A földi halojelenségek megörökítésekor a megfigyelők igyekeznek minél nagyobb látószögű fényképezőgépet használni. Érdemes lenne az űrszondák leszállóegységeire is egy folyamatosan az égboltot figyelő, nagy látószögű kamerát elhelyezni. Így valamely halojelenség jövőbeni sikeres megfigyelése sok új információval gazdagíthatja az adott égitest légkörében fennálló felhőfizikai és aerodinamikai hatásokról szerzett ismeretünket.

FARKAS ALEXANDRA
GODA ZOLTÁN



A Titán légkörében kuboktaéder alakú metán-kristályok lehetnek

feltételnek teljesülnie kell. Amellett, hogy a jégkristályoknak átlátszónak kell lenniük és hibátlan morfológiával kell rendelkezniük, értelemszerűen megfelelő mennyiségű napfény is szükséges. Ez utóbbi feltétel a Titán légkörében található rendkívül sűrű felhőzet miatt erősen kérdéses. A két anyag közül a metán jégkristályok nagyobb eséllyel alakíthatnak ki halókat, mivel a feltételezések szerint rengeteg lehet belőlük. A szén-dioxidhoz hasonlóan szintén négyszöges szimmetriával rendelkező jégkristályok kocka, piramis, oktaéder és kuboktaéder formát vehetnek fel. A véletlenszerűen elhelyezkedő, változatos alakú jégkristályok 20 és 48 fok között többféle sugarú körívet alakíthatnak ki. Az etán jégkristályok hexagonális szimmetriával rendelkeznek, így formájuk a vízjéghez hasonlóan hatszög alapú lap és hasábkristály lehet. A szimmetria ugyan azonos a vízzel, de az etánjég törésmutatója nagyobb, így a kialakuló jelenségek már nem lehetnek azonosak a földiekkel. A véletlenszerűen

ÉLET-MÁD

A gránátalma

A mediterrán éghajlatú vidékeken őshonos gránátalma neve eredetileg *solanag-vi* almát jelent, ezért a termékenység és a bőség szimbólumának tekintik. A Biblia több helyen említést tesz szépségéről és tápértékéről, az Ószövetségben Palesztina egyik legkiválóbb terményeként szerepel. A keresztény művészet elsősorban, mint Krisztus- Mária- és Egyház szimbólumát használja, de a törvény szimbólumaként is gyakran adták a festők a gyermek Jézus kezébe, aki örömmel mutatja Anyjának. A mítosz szerint a szerelem görög istennőjének, Aphroditének a lába nyomán gránátalma sarjad, így e gyümölcs a szerelem ősi jelképe is.

Nagy mennyiségben tartalmaz polifenolokat, C-vitamint, flavonoidokat, gyümölcscukrot és leggazdagabb forrása az ellagsavnak nevezett természetes anyag. A szakemberek elsősorban érelmeszesedés és magas vérnyomás megelőzésére ajánlják. Kutatási eredmények szerint a gránátalma fogyasztása 20 százalékkal képes csökkenteni a káros koleszterin (LDL) szintjét és jelentősen növeli a hasznos koleszterin (HDL) mennyiségét a vérben. Mint *elsőrendű antioxidáns* gátolja a szabadgyökök károsító hatását, és egyes feltételezések szerint védi a sejtek épségét, elősegíti az egészséges sejtosztódást. A legújabb kutatások arra a következtetésre jutottak, hogy a gyümölcs segíthet számos rákbetegség megelőzésében és kezelésében. A tumorellenes hatását a gránátalma egyik polifenol komponensét, az *ellagsavat* találták felelősnek, amely megállíthatja a rákos sejtek osztódását és csökkentheti a tumor környékén történő érzékszert. A gyümölcs hatóanyagait korlátozzák a cukor felszívódását a belekben, ezért a cukorbetegség megelőzésében is szerepe lehet. Kutatások szerint a gránátalma levének háromszor akkora az antioxidáns hatása, mint a vörösbarnak vagy a zöld teának.

Felhasználhatósága igen sokoldalú. Készítenek belőle mártást, fűszert, italt, illatszert és különböző kozmetikumokat. Pirosas-barnás vagy citromsárga növényi színezéket használnak bőrök színezésére és a keleti szőnyegek megfestésére.

MAROSI KINGA