

Kék szín a természetben

A múlt havi számunkban megjelent „Fényszóródás a természetben” című cikkében a szerző áttekintette a főbb fényszóródási típusokat, megvilágította létrejöttük feltételeit. A természetben megfigyelhető fényszóródások közül tárgyalta az aeroszol okozta fényszóródást, az alpesi fény jelenségét, a nagy vulkánkitörésekkor létrejövő légköri optikai színeffektusokat, a felhők fényszórását stb. A most következő írásában a Rayleigh-szórás okozta kék szín megjelenésének eseteit vizsgálja a természetben. (A Szerk.)

Az égbolt kék színe

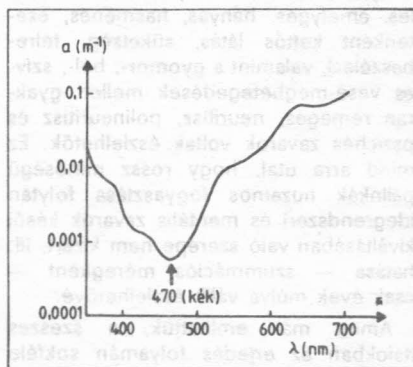
Az égbolt színét a légköri fényszóródás okozza. Az égbolt légkör nélkül fekete lenne, csak a Nap és a csillagok látszanának. Ez jól látható pl. a Holdon készült felvételeken. A sztratoszférában közlekedő repülőgép utasai megfigyelhetik, hogyan megy át a repülőgép emelkedésekor az ég világoskék, fényes sugárzása a mélykék, fénysegevényebb árnyalatba, s az űrhajósok, ha felszállás közben lehetőségük lenne rá, megfigyelhetnék, hogyan változik át fokozatosan az ég színe a koromfeketébe. Ez érthető is, hiszen egyre vékonyabb lesz a szóródást létrehozó gázréteg.

A Nap irányától távolodva egyre több hiányzik a napfény vörös, sárga, zöld komponenséből a Rayleigh-szórás miatt, így az ég kék színűnek látszik. Ez legjobban felhőtlen égen, páraszegény, pormentes levegőben, kevéssel naplemente előtt látható. A kékséget fokozza, hogy az alacsonyan álló Nap sugarai hosszabb utat tesznek meg a sűrűbb levegőben, mint amikor a Nap a zenitben látszik. A látott színek nem tiszta spektrumszínek, hanem a napfény színének olyan módosulatai, amelyekből a vörös, a sárga és a zöld színek többé-kevésbé hiányzanak. A telítettséget növeli a Földről a légkörbe szórtan visszaverődő napfény újabb szóródása a levegő molekuláin. Csupán a Rayleigh-szórást figyelembe véve az égboltnak ibolyakéknek kellene lennie, hiszen a látható spektrumban az ibolyaszín hullámhossza a legrövidebb. Azonban a levegőnek, különösen pedig a benne levő vízgőznek erős abszorpciója van az ibolyakéket is magában foglaló keskeny intervallumban, ezért elsősorban a szórt

fény kék komponense jut le a Föld felszínére.

Az óceánok, tengerek, tavak és folyók színe

A nagyobb vizek színe többnyire mélyebb kék, mint a tiszta kék égbolté. A tenger színét egyrészt a kék égbolt róla visszaverődő fénye, másrészt magának a víznek a kék színe adja. Nagyobb vastagságban a víz színe kék égbolt nélkül is kék. Amíg a légkör kék színe nagyrészt a fény szóródására vezethető vissza, addig a víz kék színét túlnyomóan a szelektív fényabszorpció okozza. Eszerint a tiszta víz elnyelőképességének az



1. ábra. A víz elnyelőképessége a hullámhossz függvényében a látható tartományban. Az elnyelőképességet az $I = I_0 \exp(-a \cdot x)$ abszorpció képlet „a” paraméterével jellemeztük, ahol I_0 a beeső intenzitás, I pedig az x út megtétele utáni, az abszorpció miatt csökkent intenzitás

1. ábra szerinti módon minimuma van a 470 nm hullámhosszúságú kék fénynek. A vízből szóródások útján az a fény sugározódhat a levegőbe, amit kevésbé nyelt el, azaz a kék színű.

A levegőben és a vízben lebegő nagyobb részecskék eloszlásuktól, méretüktől függően megváltoztatják a színt. A tiszta vízben való fényszóródás a levegőbeliéhez hasonlóan a molekuláris sűrűségfluktuációkkal magyarázható. Ily módon egyrészt a szelektív abszorpció miatt nagyobb mélységbe csak a kék fény hatolhat le, s nagyobb mélységből a szóródott fényből is a kék juthat ki a felszínre, másrészt a kék komponens szóródik a legjobban. Ezért kék a tiszta víz színe nagyobb tömegben. (Az ibolyasugarak a levegőnél említettékhez hasonlóan abszorbeálódnak.)

A zavaros vízbéli részecskék nagyobb méretük miatt nem Rayleigh-szóróknak, hanem a méret növekedésével a Rayleigh-szórás átmenet a Mie-, „kék Hold”-, majd „fehér”-szórásba. Utóbbinál a hullámhossz-függetlenség miatt a víz egészen fehéres, tejszerűnek tűnik. A zavarosító szemcsék méreteloszlása igen összetett, így az egyes szórási típusok összemosódnak, a szelektív abszorpció következtében is igen nehéz megjósolni a víz várható színét. A problémát fokozza az a tény is, hogy nagyobb koncentráció esetén magának a zavarosító anyagnak a saját színe is belejátszik a színeffektusokba. Ilyen bonyolult szórási, abszorpciós, saját színes folyamatok eredményeként lehet a víz színe szinte akármilyen, többnyire zöldes, sárgás, fehéres. A tiszta víz infravörös felvételeken sötét színű. Ennek oka, hogy a visszavert fény mennyisége a nagyobb hullámhosszak felé csökken. Mivel pedig az égboltról jövő és a vízfelszín megvilágító fény már amúgy is a Nap fényének erősen szóródott kék részét tartalmazza, ezért az infraszűrőn át a filmre nagyon kevés visszavert sugárzás érkezik, sötét lesz a felület. Merőleges fényképezéskor nagyon csekély a felszínről visszavert fény mennyiség, csak a szóródott fényintenzitás jelentős, de az kék. Kis szögű fényképezéskor viszont már a visszavert fény a domináló a szóróhoz képest, de az égbolt kéksége miatt a visszavert fény is kék, így mindkét oldalról igen kevés a fényképezőgépbe jutó infravörös sugárzás. Zavaros vízben a felületről való reflektálás változatlan a tiszta vízéhez képest, a szóródott fény esetében viszont már más a helyzet. Ha eléggé nagy méretűek a szennyező részecskék, akkor a „fehér”-szórás miatt az infravörös sugárzás is visszaszóródik a vízből (az égboltsugárzásban mindig van kevés infravörös fény is), így merőleges fényképezéskor a zavaros vízből a filmre több infravörös kerül, mint a tiszta vízből, tehát a zavaros víz az infratartományban nem lesz egészen

sötét. Ez jól megfigyelhető a repülőgépes, infravörös, folyótorkolatokról készült felvételeken.

Ha az infrafelvétel lapos szögben készült a piszkos vízről, akkor mivel ilyenkor a felszínről reflektált fény a domináló — ez pedig mind zavaros, mind tiszta víznél egyforma —, a víz sötétnek látszik.

Az élőlények kék színe

A természetben számos olyan gyümölcs, rovar van, amelyeknek kék színét nem a festékpigmentek okozzák, hanem a Rayleigh-szórás. Sőt az embernél is előfordul ilyesmi: a kék szeműeknél. De nézzük részletesebben a dolgot.

A szilva, a kökény, az áfonya, egyes szőlőfajták stb. jellegzetesen kék színűek. Ha ezeket a gyümölcsöket erőteljesen megtöröljük, megszűnik kékségük, s sötét, vörösesbarna, csaknem fekete szín marad vissza. Csak a rajtuk lévő viaszréteget — amit dörzsöléskor letörölünk — látszanak kékek. Egyes szitakötőknél a hímek potroha élénk kék színű. Potrohukon vékony viaszréteg található, alatta a potroh saját színe fekete. Mikor a legutolsó vedlés után e rovarok hímjei vízi életmódról szárazföldre térnek át, a potrohuk kezdetben fekete, csak később választanak ki magukból viaszt, ami vékony rétegben vonja be potrohukat s okozza a kék színt.

A kék szemű ember szeme színe hasonló módon jön létre. Kék festék nincs a szemben. A kék szemű embereknek is sötétbarna pigment van a szivárványhártyában, fölötté vékony tejfehér réteg található, ezért látszik kékek a szemük.

Az említett esetekben tehát a sötét színű felület fölött egy tejes, opálos vékony réteg található. Modellezhetjük ezt pl. úgy, hogy egy vízszintes fekete lapra tejet öntünk. A tejrétegen keresztül a felület kékesnek tűnik. A kék szín megjelenése itt azáltal magyarázható, hogy a viaszréteg, a fehéres, opálos réteg, a tej zavaros közeg, amelyben a szórócentrumok mérete pont akkora, hogy a fény Rayleigh-szóródik rajtuk. Ha fehér napfény lép be ebbe a szórórétegbe, akkor a kék szóródik legjobban (az ibolya elnyelődik). Ha a réteg megfelelő vastagságú, a nagyobb hullámhosszúságú, kevésbé szóródó fény-sugarak eléri a réteg alatti sötét felületet, amin abszorbeálódnak. A legjobban szórt kék fény nagy része viszont az erős szóródás miatt visszafelé is halad, mielőtt elnyelődne a sötét felületen. Így a kék sugarak kilépnek a vékony fehér réteg elülső felületén, ezért látszik kékek az ilyen bevonattal és alappal rendelkező test.

Tulajdonképpen azért olyan jellemző

a Rayleigh-szóródás miatti kék szín a természetben, mert az anyagoknak többnyire az infrában és az ultraibolyában vannak abszorpciós rezonanciái. Ha nem így lenne, akkor az ibolyaszínű hullámok nem nyelődnének el, s jobban szóródnának, átvinnék a kék szín domináns szerepét.

Persze a természetben sem minden kék szín oka a Rayleigh-szórás, számos igazi kék festék is létezik, amelyeknél a kék színt a fény és a festékmolekulák elektronjainak kölcsönhatása, azaz kvantummechanikai folyamat okozza. Ez mondható el több mesterséges kék festékre is. De a mesterséges festékek között is akad olyan, amelynél a Rayleigh-szórás felelős a kék színért. Az ilyen festékek előállításának alapja, hogy pl. az üvegszerű Al-szilikátokban olvasztáskor számos 50 nm-nél kisebb méretű kénszemcse reked benn, amelyekben az áthaladó fény Rayleigh-szóródást szenved, ezért ráeső fehér fényben ennek finomra őrölt pora is kék színű. Így állítható elő belőle tartós ultramarin festék, amelynek a napugárzás nemhogy ártana (mint általában a festékeknek, amelyek kifakulnak tőle), hanem éppen napfényben a legszebb kék ragyogású. Ennél a festéknél a Rayleigh-szóródásból származó kék szín olyan erős, hogy elnyomja az egyébként színtelen, átlátszó anyagból készített porokra általában jellemző fehérséget, aminek pedig az az oka, hogy a porszemcsék abba a mérettartományba esnek, ahol a hullámhosszfüggetlen „fehér”-szórás a jellemző.

A fényszóródás és a jég színe

A színtelen, átlátszó anyagok porához hasonló okból fehér a hó is, hiszen apró jégkristályokból áll, amelyek „fehér”-szórják a fényt. A frissen esett hó jégkristályai közé igen sok levegő reked, ezért is olyan kicsi az átlagsűrűsége. A magas hegyekben igen hosszú ideig megmarad a hó, de nem állapotváltozás nélkül. Az egyre vastagodó hóréteg legalján a ránehezülő súly kiszorítja a kristályok közti levegőt nagy részét, ezenkívül az éles, hegyes csúcsaikkal, élükkel egymáshoz nyomódó jégtűk az érintkezési felületükön ébredő nagy nyomás miatt, az olvadáspont-csökkenés következtében megolvadnak, minek hatására nő az érintkezési felület, csökken a nyomás, regeláció (újrafagyás) következik be. Így lassan összeolvadnak a jégkristályok. Az így összetömörödött hó már tulajdonképpen nem is hó, hanem a jég egy speciális fajtája, ún. firnjég. A firnjég apró jéggömbökből áll, melyek egymáshoz tapadva, összefagyva alkotják a merev jeget. A gömböcskék között azért még mindig jelentős mennyiségű levegő található, bár

jóval kevesebb, mint a hóállapotban. Ezek a légzárványok akkorkák, hogy „fehér”-szórják a fényt, így az ilyen tömör firnjég bár már nem hó, mégis ugyanolyan fehér. Székely földön a nép igen találó elnevezéssel illeti az ilyen jeget, azt mondják rá: „csonthó”. A „csonthó” előtaggal utal a jég keménységére, de a csonthó fehér színével egyben a firnjég fehérségére is; a „hó” utótaggal pedig a kiindulási állapotra. Az igen öreg jég már valódi jég, belőle szinte teljesen kiszorult a levegő, s összefüggő szilárd tömeget képez, sűrűsége is nagyobb a firnjégnél. De az ilyen jég is kisebb-nagyobb darabokból, szemcsékből áll, s ezek szabálytalan alakjuk révén úgy illeszkednek egymáshoz, hogy nincs köztük levegőzárvány. Ilyen öreg jég van a gleccserekben és a jégbarlangokban. Ez a jég nagyobb tömegben már nem fehér, hanem kékes derengésű. Ezt jól megfigyelhetik a hegy-mászók, a barlangászok a gleccserszakadékokban, jégbarlangokban, jégalagutakban.

A magyarázat az, hogy habár már szinte minden levegő kiszorult az öreg jégből, azért igen kis légbuborékok mégis nagy számmal maradnak benne vissza, melyeken a fény Rayleigh-szóródása és az ibolya színű komponens abszorpciója okozza a kékes színt.

Technikai fényjelzések

A mindennapi életben számos helyen alkalmazunk olyan fényforrásokat, melyek nagyobb távolságra hivatottak fényjelekkel információt továbbítani. Ilyen esetekben a tervezőnek figyelembe kell vennie, hogy ezen fényforrások kibocsátotta fény-sugarak a levegőben szóródnak, tehát jelentősen csökkenhet az intenzitásuk, így végül is nagyobb távolságra alkalmatlannak válhatnak jeltovábbításra.

Szó volt már az infravörös fényképezés előnyeiről nagyobb távolságok esetén a geodéziában, térképészetben, erőforráskutatásban, a katonai alkalmazásoknál.

Nem véletlen, hogy általában a tilalmi jelzések, vagy a veszélyes helyzetekre felhívó jelek — pl. veszélyes anyagokat, nagyméretű ipari berendezéseket szállító teherautók narancssárga villogó fényjelzése, vagy az útkarbantartó dolgozók sárga csíkos mellénye — vörös, ill. narancssárga színűek, azaz nagy hullámhosszúak. Az ilyen fény-sugarak ugyanis kevésbé Rayleigh-szóródnak a levegőben, mint a kisebb hullámhosszúak a zöld, kék színűek, azaz jóval nagyobb távolságra hordozhatják a fontos tilalmi, figyelemfelkeltő információt. Ugyanezen okból használnak az autósok narancssárga ködfénylámpát.

Mindennek természetesen csak akkor

van értelme, ha a levegő 0,5 μm -nél kisebb szórócentrumoktól szennyezett, mivel erre a tartományra igaz a Rayleigh-, ill. a „sárga Hold”-szórás. Ha a levegőben lebegő szemcsék mérete igen nagy a fény hullámhosszához képest, akkor teljesen mindegy, milyen a jelforrás színe a hullámhosszfüggetlen „fehér”-szórás miatt. Amennyiben pedig $r \gtrsim 0,5 \mu\text{m}$ -es részecskékről van szó, akkor éppen a vörös és a sárga fény szóródik jobban, s hasznosabb zöld vagy inkább kék szín alkalmazása. („kék Hold” tartomány).

A rendőrség kék villogó színe ellentmondani látszik az előbbieknél, hiszen éppen a kék szóródik legjobban többnyire fennálló $r \lesssim 0,5 \mu\text{m}$ -es aeroszolméret mellett. Ebben az esetben azonban nyilván nem fény-szórás-fizikai megfontolásból választották a kék színt, hanem bizonyára azért, hogy megkülönböztethetők legyenek a már lefoglalt vörös, sárga és zöld színtől. Tudvalevő, hogy az amerikai „csillagháborús” tervek egyik lényeges alapja a nukleáris töltetek lézersugarak útján való megsemmisítése, még mielőtt azok elérnék a céljukat. Ezen roppant összegeket értelmetlenül felemészítő terv ellen már megszületésének idején adódott egy igen könnyen, viszonylag olcsón kivitelezhető védelmi módszer, ami a lézertény szóródásán alapszik: a robbanófejeket olyan füstburokba kell vonni, amelyen a lézertény jelentősen szóródik, így az intenzitásának csökkenése miatt már veszélytelen a töltetre.

Színes árnyékok

Goethe így ír *Szín-tanában* a színes árnyékról:

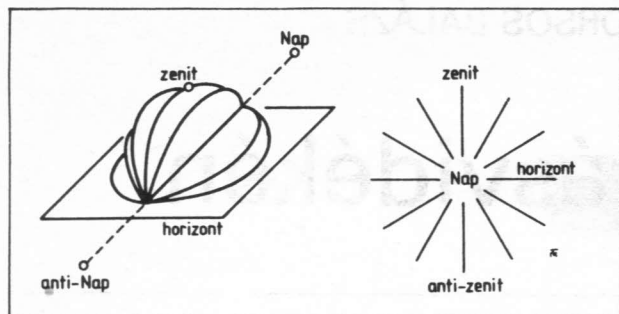
„... Egy téli utazásomon a Harzban alkonytájban leereszkedtem a Brockenről, a le- és felfelé elterülő, széles, sík területeket hó takarta, a pusztaságot úgyszintén, az összes, szerteszét álló fát és kimeredő szirtet, minden facsoportot és sziklatömböt ugyancsak dér borította, a Nap éppen lehanyatlott az Odera-tóval szemközt. Ha már napközben, a hó sárgás tónusa mellett, halvány ibolyakék árnyékokat lehetett észrevenni, akkor most, mikor felfokozott sárga fény verődött vissza a megvilágított részekről, ugyanazokat az árnyékokat sötétkének kellett mondanunk. De mikor a Nap végül nyugtához közeledett, s az erősebb párafejlődés következtében már nagyon mérsékelt sugarai a legszebb bíborszínebe vonták az egész körülöttem lévő világot, akkor az árnyékok színe olyan zöldre változott, melyet tisztasága miatt a tenger zöldjével, szépségét pedig a smaragdzölddel lehetett összehasonlítani. A jelenség egyre inkább megélenkült, úgy rémlett, hogy egy tündéri világban vagyok, mert minden a két

élénk és oly szépen harmonizáló színbe öltözött, bíborba és zöldbe, míg a Nap lementével a pompás tünemény végül a szürkület homályában, majd a hold- és csillagfényes éjszakában tűnt el...” Mások is megfigyeltek már ilyen színes árnyékokat, más hasonló leírásokat is idézhetnénk. A leírások megegyeznek abban, hogy mindig téli, havas környezetben figyeltek meg a Nap magasabb állásánál kékes, egészen alacsony állásánál pedig zöldes, sárgás árnyékokat a goethei színjelenséggel megegyezően.

Ha nem állna fenn fény-szóródás, akkor az árnyék teljesen fekete lenne, hiszen a fény elől eltakart területre nem esne sugárzás, onnan nem is verődhetne vissza. Ilyen lenne a világ egy légkör nélküli égitesten. A Holdon ezért élesek, kontrasztosak és sötétek az árnyékok. A fény-szóródás miatt azonban az árnyékos területek csak abban különböznek a nem árnyékosaktól, hogy rájuk nem esik direkt napfény, hanem csak szóródott. Ha az árnyékos terület fehér színű a normál, direkt napfényben, akkor, mivel a ráeső fényt színválogatás nélkül veri vissza (tehát nem abszorbeálja a látható spektrum egyetlen komponensét sem), ezért árnyékban olyan színű lesz, amilyen a ráeső s reflektálódó szórt fény. A hó tipikusan ilyen, diffúzan ver vissza minden ráeső fényt. Mivel magasabb napálláskor a szórt fény túlnyomórészt kék, ezért az árnyékok is kékes árnyalatúak. Alacsony napállásnál a megvastagodott levegőréteg miatt már a zöld sugarak is szinte teljesen kiszóródnak a direkt napfényből, ezért sárga, narancssárga színű a Nap, a szórt fény pedig s így az árnyékok is zöldeskék árnyalatot kapnak. Ha a direkt napfény felhőretről verődhet vissza, akkor a szórt fény kékes-zöldes színét elnyomja ez az intenzív, a felhőkön reflektálódó és szóródó direkt napfény, így az egész táj vöröses-sárgás színben úszik. A szórt fény is dominálónan ilyen árnyalatú lesz, ekkor figyelhetők meg a sárgás-vöröses árnyékok.

Ha az árnyékos felület nem fehér színű, akkor nem ilyen feltűnő a színes árnyék jelensége. Az a tény, hogy ekkor a felület egyes hullámhosszakat abszorbeál, azaz saját színe van, elnyomhatja a színes árnyékot. Így nem csoda, ha színes árnyékot szinte kizárólag havas környezetben figyelhetünk meg.

Mindenesetre koránt sem olyan éles, telített színűek ezek az árnyékok, mint ahogyan azt az írók, költők eltűzött, művészi leírásokban említik, vagy ahogyan festők alkotásain megfigyelhetjük, ahol inkább a művészi hatás fokozása céljából, sajátos kifejezési módként alkalmaznak színes árnyékokat. A valóságban eléggé halványak ezek az árnyékok.



2. ábra. A napfény elsődleges Rayleigh-szóródásából származó polarizáció síkjai, ha a Nap a horizonton látszik

A fény légköri polarizációja

Arago francia fizikus fedezte fel, hogy az égbolt szórt sugárzása részben polarizált. Nicol-prizmával nézte az ég különböző pontjait, és a prizma forgatásakor a fény erőssége változott. A Nicol-prizma ugyanis csak bizonyos polarizációjú fényt enged át. Az ég polarizáltságának jelenségét első közelítésben a Rayleigh-szórás alapján lehet magyarázni. Ha a légkörben csak Rayleigh-szórás játszana szerepet, és feltéve, hogy a direkt nap-sugarak csak elsődleges szóródást szenvednek, a Rayleigh-szórás korábban tárgyalt polarizációs viszonyai alapján a polarizáció síkjai a Napon, a megfigyelési ponton és az égbolt vizsgált pontján haladnak át a 2. ábra szerinti módon. Az ábrán csak az említett (végtelen számú) síkok néhányának éggömbbel való metszetét tüntettük fel. A zenit-pontban áthaladó, függőleges polarizációs síkban a polarizációfok (a polarizált és a teljes napfény intenzitásviszonya)

a Nap felé, ill. azzal ellentétes irányban zérus, azaz a fény polarizálatlan (neutrális), e pontoktól távolodva nő, míg a Nap irányára merőlegesen 1, vagyis teljesen polarizált a fény. Az előbbi feltételek mellett a légköri polarizáció eloszlásának a 3/a ábra szerint kellene alakulnia. A tapasztalat ettől eltér, a valós, mért helyzetet a 3/b ábra mutatja, amely a horizont síkjában elhelyezkedő Nap esetére vonatkozik. A valóságban a neutrális pontok nem a Nap irányában és azzal ellentétes irányban vannak, hanem e pontok fölött, ez az ún. Babinet-, ill. Arago-féle neutrális pont. Az égboltfény polarizációs képe jelentősen függ a Nap állásától, valamint a légköri, földmágnességviszonyoktól. A Nap általános állásánál még jobban bonyolódik a kép, ténylegesen összesen négy neutrális pont létezik.

Az eltéréseknek oka, hogy figyelembe kell venni a másodlagos, harmadlagos stb. szóródásokat is, és a légkörben nemcsak Rayleigh-szóródás lép fel a jelenlévő aeroszol miatt. Az égboltfény

Rayleigh-szórás miatti polarizációjának szerepe van pl. a fényképezésnél, ahol is polarizációs szűrőkkel megszüntethető az égbolt szórt fénye által okozott zavaró hatások, lévén azok részben polárosak. Ugyanez a probléma minden olyan területen felvetődik, ahol távoli tárgyak, jelek kontrasztos látását kell javítani (geodézia, katonaság stb.).

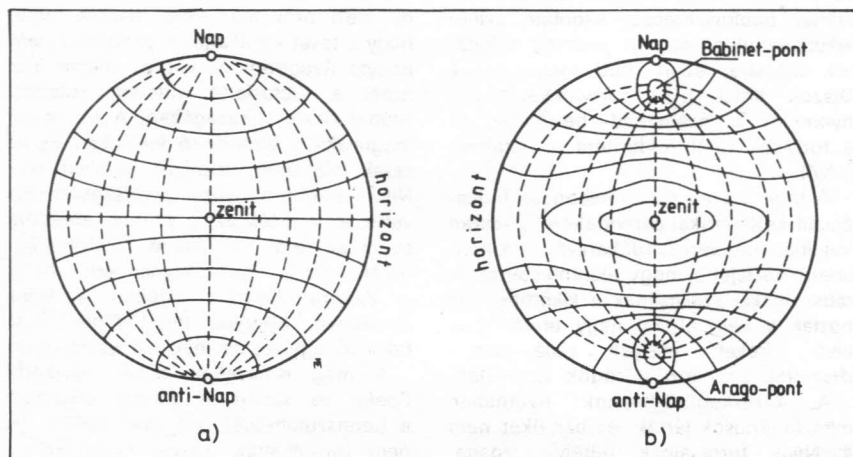
Az égnek felhők nem takarta részéről szóródott fény részleges polárosságát egyes rovarok (pl. a méhek) szemükkel érzékelni képesek, és ezt felhők árnyékában helyváltoztatásuknál fel is használják tájékozódásukhoz, sőt ebből a sötétedéssel járó naplemente követeledtéré időben következtetni tudnak, mégha a Napot nem is láthatják.

A légköri polarizációnak csupán a Rayleigh-szóródásból számított képe és a valós kép közti eltérésből következtetni lehet a levegő aeroszolkoncentrációjára, ami a meteorológia egyik fontos adata.

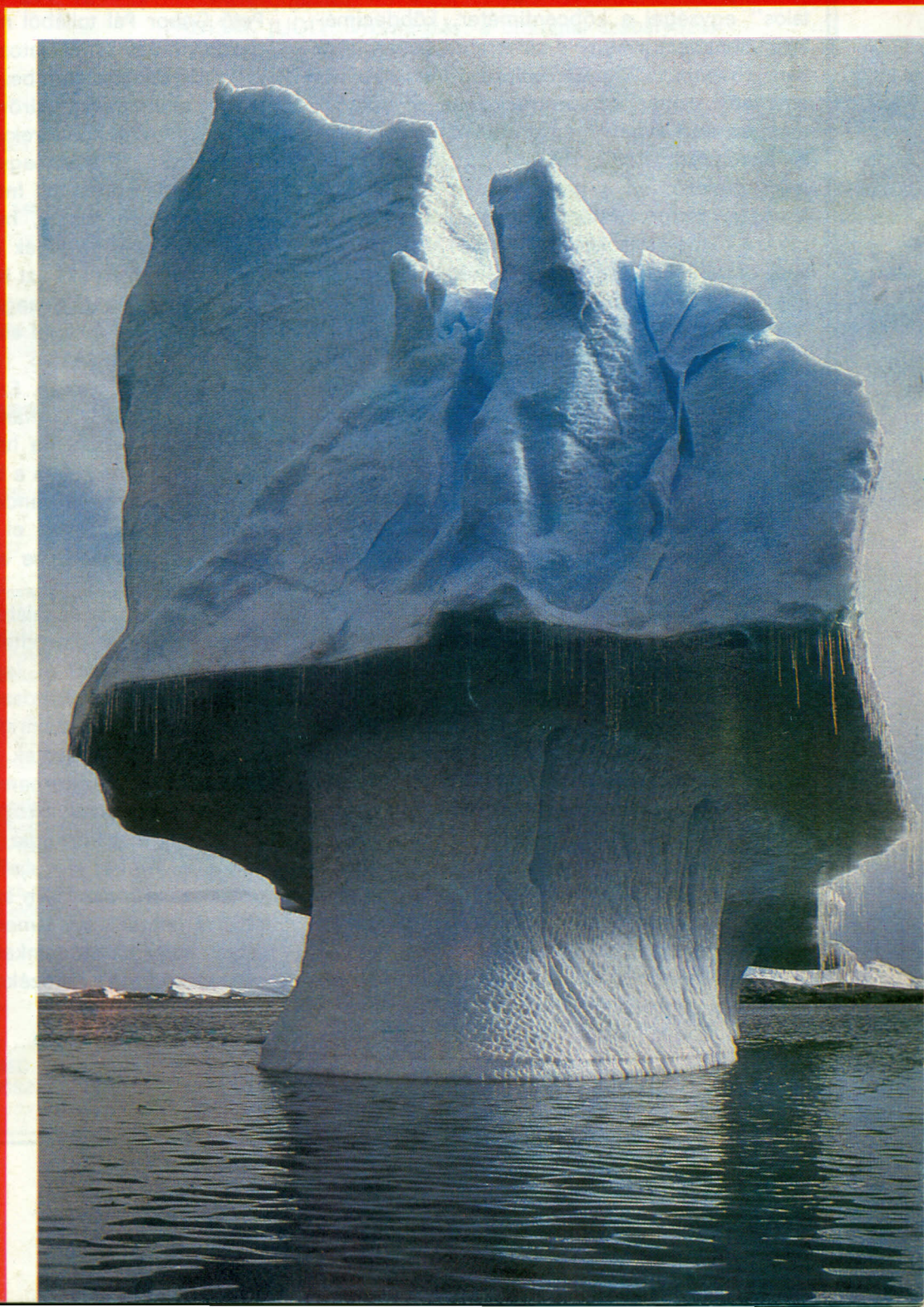
A fény légköri szóródása miatti égbolt-sugárzás intenzitásából meg lehet határozni az egységnyi tömegben foglalt részecskék számát, az ún. Avogadro-számot, aminek fontos szerepe volt annak idején az atomhipotézis beigazolásában. A napfény légköri szóródása miatti árnyékhatások következtetni engednek a tárgyak térbeli egymáshoz képesti elhelyezkedésére, elősegítik az ember térbeli orientációját, tájékozódását. A Holdon, ahol légkör hiányában nincs szórt fény, a földi megvilágításhoz szokott űrhajósok tájékozódási, távolságbecslési, mélységlátási zavarokról számoltak be, míg nem alkalmazkodtak a holdi fény- és kontrasztviszonyokhoz.

Stokás a fény szóródásához, a színszóródáshoz sorolni a szivárvány, a Hold- és Nap-udvar, a halo-jelenségeket is, amiknél a fénytörés és diffrakció mint speciális szórásjelenségek játszanak nagy szerepet. Ugyancsak a fény szóródása okozza, hogy az ember közeli fényforrásokat nézve, azok körül színes gyűrűket lát, ugyanis a szemben (a szemlencsében, a csarnokvízben) számos apró buborék, ér és rost található, amelyeken a fény szóródik, diffraktál. A szaruhártyát bevonó, állandóan nedvesen tartó könny, valamint a szempillák, de a szemlencse ún. sugárteste is a fény elhajlását okozzák, minek egyik leg-szembeötlőbb hatása, hogy pontszerű fényforrásokat csillag alakúnak látunk, a látszólagos kinyúló sugarak, ágak száma pedig függ a megfigyelő életkorától, mert a sugártest sugarainak száma az életkor előrehaladtával nő.

3. ábra. a/ Az elsődleges polarizáció fokának eloszlása az égbolt síkbeli vetületén, ha a Nap éppen a horizont síkjában van és Rayleigh-szóródást tételezünk fel (folytonos vonalak). A szaggatott vonalak a polarizációs síkok égbolttal alkotott metszésvonalai. b/ A légköri polarizáció fokának tényleges eloszlása (folytonos) és a polarizációs síkok valódi helyzete (szaggatott).



Természet Világa



7

1986