

A csapadék Földünk legtöbb területén természetétől fogva savas, természetes pH átlagértéke 5,6 míg a savas esők pH-ja 4-4,5. A kén-dioxid (SO₂), nitrogén-oxidok (Nox), és a sósav felelősek a levegő egyre fokozódó savasodásáért. A SO₂ vízben kénessav (H₂SO₃) keletkezése közben oldódik, a troposzférában pedig ózon és hidrogénperoxid (H₂O₂) hatására SO₃-dá oxidálódik, mely vízzel egyesülve kénsavat (H₂SO₄) alkot. A fentiekhez hasonlóan keletkezik a salétromossav és a salétromsav a nitrogén-oxidokból. A sósav vegyipari hulladékként és a PVC-hulladék égetése során szabadul fel. A kén-dioxid hatására kinyílnak a gázcserenyílások, fokozódik a párologtatás, így a szárazabb években a növény vízstressz alá kerül. A természetesnél nagyobb mennyiségű nitrogén-oxidok hatására a levelekben nitrát halmozódik fel, amely enzimatiskus úton nitríté majd ammóniumionná alakulhat. Mivel a nitrát átalakítása gyorsabb mint a nitríté, nitrátfelesleg esetében fotoszintézist károsító nitrít halmozódik fel. Az ózon a fenyőtűk kutikuláját károsítja, a gázcserenyílásokon át behatol a szövetekbe, ahol hidroxigyököt képez, amelyek a kloroplasztiszok tilakoid—membránjait károsítják.



2. ábra.
Szennyeződés hatására levelét veszített fenyő.

szívó képességét. Ugyanekkor csökken a magnézium és kalcium felvétele, amelyek hiánya a levelek elhullásához és elsárgulásához vezet.

Szárazabb években a károsodást száraz üledés okozza. A károsító anyagok a levelekre, a talajba vagy a gyökerekre ülepsznek. Ilyenkor a farontó élőlények pl. a gombák, baktériumok, szüfélek kihasználják a fák leromlott állapotát.

A levegő tisztasága védelmében 1979-ben összehívták a genfi Összeurópai Magasszintű Környezetvédelmi Tanácskozást.

A Genfi Konvenció első lépéseként a kén-dioxid-kibocsátás mennyiségének csökkentését előíró jegyzőkönyvet 1985-ben Helsinkiben 21 ország írta alá, amelyben vállalták, hogy 1980. évi kén-dioxid-kibocsátásukat 1993-ig 30%-al csökkentik. A Genfi Konvenció megvalósításának második lépéseként a nitrogén-oxidok kibocsátásának korlátozását 1988-ban Szófiában írta alá 25 ország, melynek megfelelően 1994 év végéig biztosítják az 1987. évi nitrogén-oxid-kibocsátási szintre való beállást. Az egyezmény értelmében további kutatások folynak a savas esőket okozó gázok csökkentése érdekében.

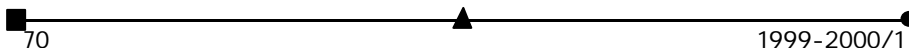
Nemes Szilárd
Mara Gyöngyvér



Sziporkázó harmatcseppek

3. A fényvető

Égő fényszóróval, sötétben autózva, egyes forgalomirányító jelzések már nagyon messziről felhívják magukra figyelmünket, valósággal szembe világítanak velünk (*).

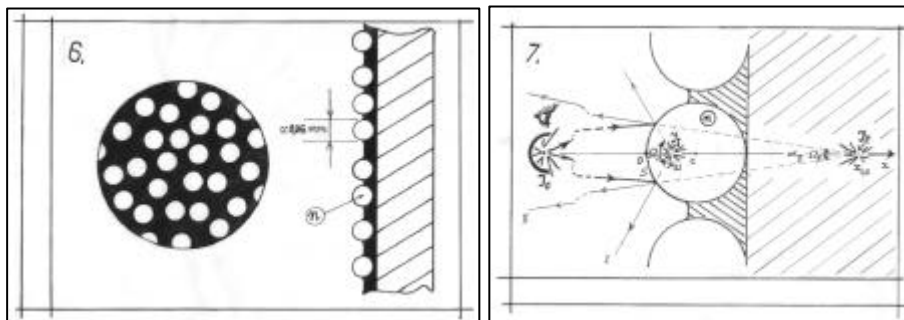


Csak velünk világítanak szembe erősen, az útmentén állók ezt nem tapasztalják.

Hogyan lehetséges ez ?

Vizsgáljuk meg mikroszkóppal ennek, az úgynevezett „fényvetőnek” egy kis darabkáját. Már 100-szoros nagyításnál felfedezzük titkát. A felületén, egyenletesen eloszlato, nagyszámú, egészen kisméretű golyó látható. Készítésénél egyszerűen a festékes papírfelületet beszórták apró üveggolyókkal (6.ábra).

Akár a *napsugarakat visszacsillantó harmatcseppek*, itt, tulajdonképpen az autó fényszórójának a sok kis üveggolyón kialakuló látszólagos képei, mint „látszólagos fényforrások” világítják szembe a vezetőt (7.ábra).



A két látszólagos fényforrás (I és II) a beeső fényből nagyjából ugyanakkora fényáramot sugároz vissza, ugyanazon – a festékekkel nem takart – golyófelületén át. De mivelhogy a felülettől (S) a „második” az „első”-nél többszörösen távolabb van, a sugárkúpjának térszöge kisebb, és ezért fényerőssége lényegesen meghaladja az elsőét.

Mivel: $\Phi_I \approx \Phi_{II}$, $S_I = S_{II} = S$, $|x_{2I}| < |x_{2II}|$ és

$$\Phi_I = I_I \cdot \Omega_I = I_I \frac{S_I}{(x_{2I})^2}, \quad \Phi_{II} = I_{II} \frac{S_{II}}{(x_{2II})^2}.$$

Következik, hogy: $I_{II} \approx I_I \cdot \left(\frac{x_{2II}}{x_{2I}}\right)^2$; vagy

behelyettesítve az x_{2II} és x_{2I} -nek $x_1 \rightarrow (-\infty)$ szerinti kifejezéseit kapjuk:

$$\frac{I_{II}}{I_I} \approx \left[\frac{\frac{n-4}{2(n-2)}}{\frac{R}{2}} \right]^2 = \left(\frac{n-4}{n-2} \right)^2.$$

- Például, ha a golyók az ún. *nehéz flint* üvegből lennének, az $n=1,75$ -re :

$$x_{2I} = 0,5R, \quad x_{2II} = \frac{1,75-4}{2(1,75-2)}R = 4,5R \quad \text{és} \quad \frac{I_{II}}{I_I} \approx 81.$$

Ez azt jelenti, hogy gyakorlatilag csak a golyók belsejéből visszavert fényt kell figyelembe vegyük (amelyet csak erősíthet a golyók alatti festék-ragasztó fényvisszaverő képessége).

▪ Mekkora lehet itt a visszasugárzott fény-nyaláb nyílásszöge ?

A rajz alapján:

$$\alpha_1 \approx \frac{R}{4,5R} \approx 0,2 \text{ rad} \approx 12^\circ.$$

Ez a visszavetett sugárkéve eléggé széttartó ahhoz, hogy az illető autó vezetőjét érje, vagyis, hogy a jelzést fénylőn láthassa.

- **Mi lenne ha $n=2$** törésmutatójú anyagból készítenénk a golyókat ?

$$\text{Az } n=2 \text{-re } x_{2\text{II}} = \frac{2-4}{2(2-2)} = \infty \text{ adódna,}$$

a szembevilágító sugárnyaláb párhuzamossá válna, a vezető nem látná fényesebbnek a jelzőtáblát.

- Van-e jelentősége annak, hogy a fényvető felülete **mekkora szöveget zár be** a beeső fény irányával, görbült-e vagy gyűrött ? (Válasz: Nincs jelentősége!)
- **Gyöngyernyőre** történő vetítésnél hová előnyös ülni? (Miután kézi nagyítóval megnéztük a gyöngyvászson felületét, könnyen dönthetünk.)
- És a **macskaszem** ?

Sötétben a szembevilágított *macska szeme* megvilan, pont úgy mint a „macskaszem”. Ennél golyókat hiába keresnénk. (Vizsgáljuk meg, találunk magyarázatot működésére!)

(*) Autóskirándulási emlékkép a szünidőből: FIRKA-falva névtáblája nappal és éjjel (8.a és 8.b ábrák).



4. Gömbakváriumtól lakástűz

Tartsunk vízzel töltött gömbalakú lombikot a napsugarak útjába és a rajta áthaladó sugarakat vetítsük egy papírlapra. Közelítve a „vízgömb”-höz, tőle egy gömbsugarnyi távolságra, a napsugarak egy fényes pontban gyűlnek össze (9.ábra). Nagyobb méretű lombikot használva a papírt meg is gyűjthetjük.

Ha van egy gömbalakú akváriumunk, jobb ha belőle egy meteorológiai műszert készítünk. Vigyük ki a szabadba, rögzítsünk köréje sugarával egyenlő távolságra, félkörben, papírszalagot. A napsütéses órák számát a *kiégett nyom* hosszából megkaphatjuk.

Ezek után tanulmányozzuk az átlátszó gömb **képekalkulását átmenő fényel**:

· A tárgyról a gömbre eső fény nagyobbik része áthatol a gömb *első* felületén és róla képet alkot. Az előzőekben (lásd az 1. fejezet a. pontját) elvégzett számítások szerint a kép koordinátája és a vonalas nagyítás:

$$x_2 = \frac{nR x_1}{(n-1)x_1 + R} \quad \text{és} \quad b_a = \frac{R}{(n-1)x_1 + R} .$$

Erről a képről, a gömbből távozó sugarakkal, a *második* gömb törőfelület további képet állít elő (III). Az $x'Oy'$ koordináta rendszerben ezen szférikus törőfelület két alapösszefüggése:

$$\frac{n_2'}{x_2'} - \frac{n_1'}{x_1'} = \frac{n_2' - n_1'}{x_C'} \quad \text{és} \quad b_d = \frac{n_1' x_2'}{n_2' x_1'} , \quad \text{amelyekben}$$

$$x_C' = -R , \quad n_2' = 1 , \quad n_1' = n \quad \text{valamint} \quad x_1' = x_2 - 2R \quad \text{és} \quad x_{2\text{III}} = x_2 + 2R .$$

Továbbá a gömbnek, mint optikai rendszernek a lineáris nagyítása:

$$b_{\text{III}} = b_a b_d$$



A számítások elvégzése után:

$$x_{2\text{III}} = R \frac{(3n-2)x_1 + 2(1-n)R}{2(n-1)x_1 + (2-n)R} \quad \text{és} \quad b_{\text{III}} = \frac{nR}{2(n-1)x_1 + (2-n)R}$$

Egyszerre három képet láthatunk, és ezeket össze is hasonlíthatjuk. Amint a 10. ábrán látható a „vízgömb” a mögötte lévő papírra fordított állású *valódi képet* vetít. Ez négyszer, illetve kétszer akkora, mint a reflexió, látszólagos képek.

Kapott **képleteink szerint** ?

Esetünkben vízre:

$n = 1,33$ és $|x_1| \gg R$ (a tárgyegy távoliablak) :

$$x_{2\text{III}} = \lim_{x_1 \rightarrow (-\infty)} R \frac{(3n-2) + 2(1-n) \frac{R}{x_1}}{2(n-1) + (2-n) \frac{R}{x_1}} = \frac{3n-2}{2(n-1)} R = \frac{3 \cdot \frac{4}{3} - 2}{2 \left(\frac{4}{3} - 1 \right)} R = 3R .$$

A kivetített valódi és az első visszaverődéses kép méreteinek aránya:

$$k_{\text{III/I}} = \frac{y_{2\text{III}}}{y_{2\text{I}}} = \frac{y_{1\text{III}}}{y_{1\text{I}}} = \dots = n \frac{-2x_1 + R}{2(n-1)x_1 + (2-n)R} .$$

$$\text{Itt: } k_{\text{III/I}} = \lim_{x_1 \rightarrow (-\infty)} n \frac{-2 + \frac{R}{x_1}}{2(n-1) + (2-n) \frac{R}{x_1}} = \dots = \frac{n}{1-n} = \frac{\frac{4}{3}}{1 - \frac{4}{3}} = -4 .$$

Üveggolyóra is kiszámítjuk:

$n_{(\text{üveg})} = 1,5$ és ha $|x_1| \gg R$ akkor $x_{2\text{III}} = \dots = 2,5R$ és $k_{\text{III/I}} = -3$.

Érdekes!

A távoli tárgy képeinek méretaránya:

* víz gömbnél: $y_{\text{I}} : y_{\text{II}} : y_{\text{III}} = 1 : (-2) : (-4)$

* üveg gömbnél: $y_{\text{I}} : y_{\text{II}} : y_{\text{III}} = 1 : (-3) : (-3)$

Az üveggömbnél ráadásul a **II.** és a **III.** –egy látszólagos és egy valódi kép– pontosan fedi is egymást.

Nemcsak kivetítve tanulmányozható a vízgömb által alkotott valódi kép. A gömb mögő



állva megnézhetjük, akár le is fényképezhetjük (11. ábra).