

Tekintsünk egy fénysugarat, mely az 1. ábrán látható útvonalon halad! A fénytörés törvénye alapján

$$(1) \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n.$$

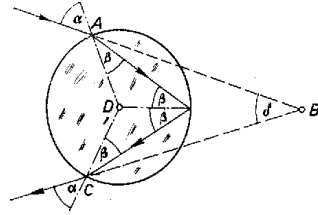
Az $ABCD$ négyszögből

$$\alpha + \delta + \alpha + 2(180^\circ - 2\beta) = 360^\circ,$$

ahonnan

$$(2) \quad \delta = 4\beta - 2\alpha.$$

Az (1) és (2) összefüggések megadják az eltérülés δ szögének α -tól való függését.



1. ábra

A párhuzamosan beeső sugárnyaláb akkor marad a kilépés után is párhuzamos, ha az α -tól kicsiny $\Delta\alpha$ -val eltérő beesési szög mellett az eltérülési szög változatlanul δ .

Mivel (2) most is érvényes

$$(3) \quad \delta = 4(\beta + \Delta\beta) - 2(\alpha + \Delta\alpha).$$

(3)-ból (2)-t kivonva

$$(4) \quad 2\Delta\beta = \Delta\alpha.$$

Azonban (1) szerint

$$\sin(\alpha + \Delta\alpha) - \sin \alpha = n [\sin(\beta + \Delta\beta) - \sin \beta],$$

mindkét oldalt szorzattá alakítva

$$2 \sin \frac{\Delta\alpha}{2} \cos \left(\alpha + \frac{\Delta\alpha}{2} \right) = 2n \sin \frac{\Delta\beta}{2} \cos \left(\beta + \frac{\Delta\beta}{2} \right).$$

Felhasználjuk, hogy $\Delta\alpha$ és $\Delta\beta$ olyan kicsiny mennyiségek, melyek sinusa helyett maga a szög írható. Így (4) alapján

$$2\Delta\beta \cos \left(\alpha + \frac{\Delta\alpha}{2} \right) = n\Delta\beta \cos \left(\beta + \frac{\Delta\beta}{2} \right).$$

Négyzetre emelve

$$4 \left[1 - \sin^2 \left(\alpha + \frac{\Delta\alpha}{2} \right) \right] = n^2 \left[1 - \sin^2 \left(\beta + \frac{\Delta\beta}{2} \right) \right],$$

ahonnan (1) figyelembevételével

$$4 \left[1 - \sin^2 \left(\alpha + \frac{\Delta\alpha}{2} \right) \right] = n^2 - \sin^2 \left(\alpha + \frac{\Delta\alpha}{2} \right), \text{ vagyis}$$

$$\sin^2 \left(\alpha + \frac{\Delta\alpha}{2} \right) = \frac{4 - n^2}{3}.$$

Mivel $\frac{\Delta\alpha}{2}$ elhanyagolható α mellett,

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{4 - n^2}{3}}.$$

A gyök alatt akkor kapunk pozitív mennyiséget, ha $n < 2$. Ellenkező esetben nem létezik olyan α beesési szög, mely alatt párhuzamos fénynyalábot bocsátva a vízcseppbe, az a kilépés után is párhuzamos maradna.

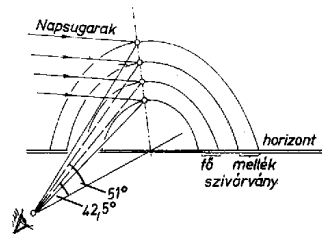
Behelyettesítve a numerikus értékeket, a vörös fényre $\alpha_v = 58,5^\circ$ adódik, amelyhez $\delta_v = 42,5^\circ$ eltérítési szög tartozik, valamint az ibolya fényre $\alpha_i = 59,3^\circ$ és $\delta_i = 40,9^\circ$.

Megjegyzések. 1. A fénysugár többször is visszaverődhet, mielőtt kilép a vízcseppből. Általában k -szoros visszaverődés esetén a kritikus beesési szögre érvényes

$$\sin \alpha_k = \sqrt{\frac{(k+1)^2 - n^2}{(k+1)^2 - 1}}.$$

Mivel a visszaverődésnél a fényenergia nagyobb része törés után kilép a cseppből, a gyakorlatban legfeljebb kétszeres visszaverődéssel kell számolni.

2. A két eltérési szög ismerete felvilágosítást nyújt arra, hogy a főszivárvány vörös körívének miért $42,5^\circ$, s az ibolyának $40,9^\circ$ a nyílásszöge, valamint hogy a mellékszivárványnál, mely a kétszeres visszaverődés útján jön létre, a vörös körív miért $50^\circ 30'$, s az ibolya $50^\circ 46'$ nyílásszögű (2. ábra).



2. ábra

Szivárvány ugyanis akkor keletkezik, ha előttünk esik az eső és hátunk mögött süt a Nap, mely nem áll magasan.

Persze a fénytörésen és visszaverődésen kívül elhajlás is szerepet játszik a szivárvány keletkezésénél, főleg ha kicsik az esőcseppek. Ekkor a színek egymásutánjába más színek is keverednek az interferencia miatt, s a jelenség leírása igen bonyolult.

Dózsa Márton.