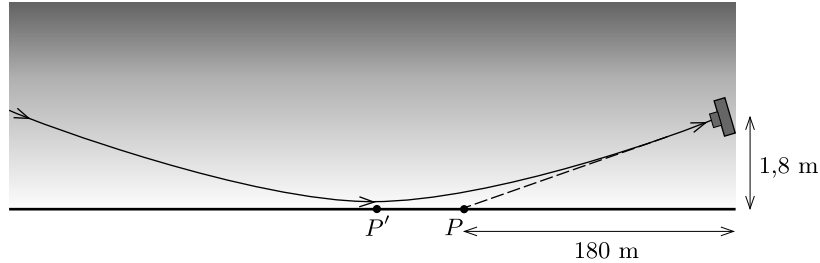
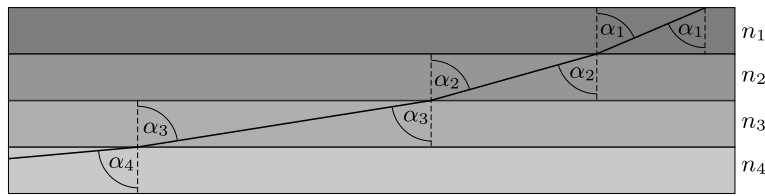


Megoldás. A napfény által melegített talaj először a földfelszínhez közeli levegőt melegíti fel, így a talajhoz közelebbi légrétegek melegebbek lesznek, mint a magasabban található levegő. A levegő hőmérséklete, sűrűsége és ezzel együtt a törésmutatója is függ a talajtól mért távolságtól. A változó törésmutató miatt a fény „folyamatosan megtörik”, a fénysugarak elgörbülnek. Az elegendően laposan érkező fénysugarak „visszafordulnak”, és úgy jutnak a fényképezőgépbe, hogy ott nem az autópálya talajáról, hanem az égboltról alkotnak képet. Ennek a délibáb-jelenségnek a fényképen látható határa (az erősen torzított méretarányú) 1. ábrán a P pont, ami – jó közelítéssel – megegyezik a visszaforduló fénysugár legmélyebb, P' -vel jelölt pontjával. (Az ábrán a világosabb árnyalat a melegebb, ritkább, és emiatt kisebb törésmutatójú levegőt jelöli.)



1. ábra

A folytonosan változó törésmutatójú levegőt közelíthetjük olyan vékony légrétegekkel, amelyekben a törésmutató állandónak tekinthető. A fény útvonala ilyenkor sok rövid, egyenes szakasszal adható meg (2. ábra). A közelítés nyilván annál jobb, minél több (minél vékonyabb) réteget veszünk fel.



2. ábra

A Snellius–Descartes-törvény szerint

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2 = n_3 \sin \alpha_3 = \dots = n_i \sin \alpha_i = \text{állandó}.$$

Az állandó értéke a legalsó réteghez tartozó n_{lent} törésmutatóval egyezik meg, hiszen az ottani beesési szög $\alpha_{\text{lent}} = 90^\circ$. Másrészt tudjuk, hogy a fényképezőgép magasságában, ahol a törésmutató $n_1 = n_{\text{fent}}$, az 1. ábrán látható derékszögű háromszög adatai alapján

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{180 \text{ m}}{1,8 \text{ m}} = 100, \quad \text{tehát} \quad \alpha_1 = 89,43^\circ.$$

A Snellius–Descartes-törvény szerint tehát fennáll:

$$n_{\text{lent}} = n_{\text{fent}} \sin \alpha_1 = 0,99995 n_{\text{fent}},$$

vagyis

$$n_{\text{fent}} - n_{\text{lent}} = 5 \cdot 10^{-5} n_{\text{fent}} \approx 5 \cdot 10^{-5}.$$

Az utolsó lépésnél kihasználtuk, hogy a levegő törésmutatója jó közelítéssel 1-nek vehető. (Normál állapotban pl. $n_{\text{levegő}} = 1,00029$.)

A törésmutató változása csak a talaj közvetlen közelében számottevő, ezért a fénysugarak irányváltozása egyetlen ritkább, tehát kisebb törésmutatójú légrétegen történő teljes visszaverődésként is értelmezhető. Ez a leírás a fénysugárnak a függőlegessel bezárt szögére (a teljes visszaverődés határszögére) a

$$\sin \alpha = \frac{n_{\text{lent}}}{n_{\text{fent}}}$$

feltételt adja, ahonnan a törésmutatók különbsége – az előzőekben leírt módon – kiszámítható.

Megjegyzés. A ritka gázok törésmutatójának 1-től való eltérése arányos a gáz sűrűségével, ami pedig (állandó nyomáson) az abszolút hőmérséklet reciprokával arányos. Ismerve a normál állapotú levegő törésmutatóját és a feladatban kiszámított törésmutató-különbséget, kiszámíthatjuk, hogy a feladatban szereplő adatok mellett a talaj közvetlen közelében a levegő kb. 60 fokkal lehetett melegebb, mint a fényképezőgép magasságában.