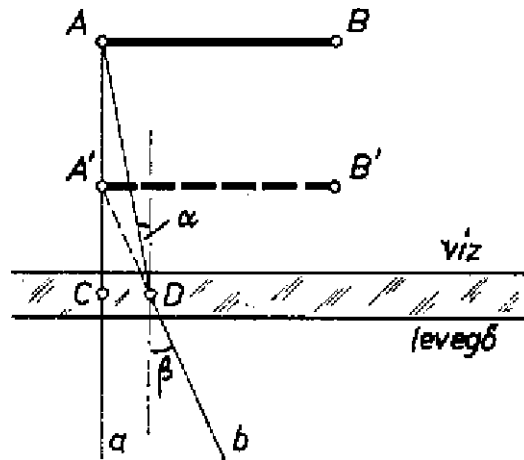


Egy fényképfelvételről általában nem tudjuk egyértelműen megállapítani a tárgy távolságát, nem tehetünk különbséget a nagyobb, de távolabb levő, illetve a kisebb, de arányosan közelebb levő tárgyak között. Szemünkkel azonban egyértelműen különbséget tudunk tenni, ugyanis két szemünk nem ugyanazt a képet látja, és éppen a két kép közötti különbség (közeleli tárgynál jobban, távolabbi tárgynál kevésbé tér el egymástól a két kép) automatikus észlelése hozza létre a „távolságérzetet”.

Egy tárgy ott van, ahonnan a róla visszaverődő fénysugarak egyenes vonalú pályájukat megkezdték. Ha a fénysugarak közben megtörnek – például különböző törésmutatójú közegek határán haladnak át –, a tárgyat máshol látjuk. Ez az ún. optikai csalódás, a szem ugyanis csak a megérkezett fénysugarak kiindulási helyét képzelheti a tárgypontnak, amit két kis szöget bezáró beérkező fénysugár meghosszabbításának metszéspontjaként határoz meg. Számítsuk ki ezt a távolságot a víz alatt levő hal esetén!



Az ábrán a halat az  $AB$  szakasz jelképezi. A hal egy  $A$  pontjából kiinduló  $a$  fénysugár, amely merőlegesen éri el az ablaküveget, útját irányváltoztatás nélkül folytatja. A  $b$  fénysugár, amelynek beesési szöge az igen kicsi  $\alpha$  (az ábra torzított), az üveglapot  $\beta$  törési szöggel hagyja el. (Az üveglap vastagsága kicsi, hatását elhanyagolhatjuk.) A törési törvény szerint

$$\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = n,$$

ahol  $n$  a víznek a levegőre vonatkozó törésmutatója ( $n = 4/3$ ). A tárgyat a szem az  $a$  és a  $b$  fénysugár meghosszabbításának  $A'$  metszéspontjában látja. Határozzuk meg az  $A'C$  szakasz hosszát. Az  $ACD$ , illetve az  $A'CD$  háromszögből

$$\operatorname{tg} \alpha = \overline{CD}/\overline{AC}; \quad \operatorname{tg} \beta = \overline{CD}/\overline{A'C}.$$

A két egyenlet hányadosa

$$\operatorname{tg} \beta : \operatorname{tg} \alpha = \overline{AC}/\overline{A'C}.$$

Feltételezésünk szerint  $\alpha$ , és így  $\beta$  is igen kis szög; amelyeknek a cosinusa jó közelítéssel 1:

$$\operatorname{tg} \beta : \operatorname{tg} \alpha \cong \sin \beta : \sin \alpha = n,$$

azaz

$$\overline{AC}/\overline{A'C} = n.$$

Az  $A$  pontot a szem így az  $A'$  pontban, az üveghez  $n = 4/3$ -szor közelebb látja. A  $B$  pont  $B'$  képét hasonlóan megszerkesztve nyilvánvaló, hogy a halat a szem azonos nagyságban, de  $(4/3)$ -szor közelebb látja az üvegtől.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a halat a víz alatt közelebb látjuk, mint a víz felett, és (mivel a fényképezőgép optikailag ugyanúgy működik, mint a szem) a víz alatti fénykép készítésénél rövidebbre kell állítani a távolságot a fényképezőgépen. A keletkezett fényképről nem lehet eldönteni, hogy egy nagyobb vagy egy közelebb levő halat látunk-e. Azt mondhatjuk, hogy a víz alatti halat nagyobb látószögben látjuk, mint a víz felett.

*Fazekas Endre* (Kalocsa, I. István Gimn., I. o. t.) dolgozata alapján

*Megjegyzés.* A fénykép egy szemű nézésnek felel meg, így nem érzékelhető rajta a közel-távol helyzet, a fénykép nem „térhatású”. Térhatású fényképeket olyan módon lehet készíteni, hogy két egymás mellé helyezett fényképezőgéppel egyszerre készítenek felvételt, és a két majdnem azonos felvételt nézzük a két szemünkkel külön-külön, de természetesen egy időben. Gondoskodni kell arról, hogy a jobb oldali kép ne zavarja a bal szemet és a bal oldali sem a jobb szemet. A két kép szétválasztott szemlélésére különféle technikai megoldások ismertek.

1. A két felvételt készült diapozitíveket egy-egy mikroszkópon keresztül nézzük egyszerre.

2. Az egyik felvételt kézzel a másikat pirossal rámásoljuk egy papírra. Ha olyan szemüveget használunk, amelyiknek egyik lencséje piros, a másik pedig kék, a szétválasztás megtörténik. Ezt a módszert térgeometriai, kristálytani stb. ábrák térhatású szemléltetésére használják.

3. Talán ez a legkorszerűbb és legjobb minőségű módszer: a vetítőlvaszonra függőlegesen, illetve vízszintesen polarizált fényel vetítik ki a két képet (lényegében ugyanoda, szabad szemmel nézve természetesen egy közös képet – nem térhatású – képet látunk) és olyan szemüveget kell a nézőknek használniuk, amelynek egyik üvege helyén vízszintes, a másik helyén függőleges polárszűrő van. A kép természetesen mozgókép (térhatású mozi) vagy akár színes is lehet.