

Ha elég távolról nézzük az akváriumot, akkor a szemünkbe érkező fénysugarakat párhuzamosoknak vehetjük.

Vizsgáljuk meg először, hogyan törik meg a fény az akvárium falán! A szemünkbe érkező fénysugár először akkor törik meg, amikor a vízből az üvegbe lép, másodszer akkor, amikor az üvegből kilép a levegőbe. (L. az 1. Ábrát!)

1986-03-137-1.eps

1. ábra

Írjuk fel a törési törvényeket:

$$(1) \quad \sin \gamma / \sin \beta = n_{\text{üveg}} / n_{\text{víz}},$$

$$(2) \quad \sin \beta / \sin 45^\circ = n_{\text{levegő}} / n_{\text{üveg}}.$$

Az (1) és a (2) egyenletet összeszorozva

$$\sin \gamma / \sin 45^\circ = n_{\text{levegő}} / n_{\text{víz}},$$

azaz a párhuzamos közeg a törés során nem okoz irányváltozást, csupán párhuzamosan eltolja a fénysugarat. Vékony üveglap esetén ez utóbbi hatás is elhanyagolható.

Mivel $n_{\text{levegő}}/n_{\text{víz}} = 3/4$, így $\sin \gamma = (3/4) \cdot \sin 45^\circ$, azaz $\gamma \approx 32^\circ$.

Figyeljük az akváriumot most csak az egyik (AB) oldalán keresztül! (L. a 2. ábrát!)

1986-03-137-2.eps

2. ábra

Nézzük meg, hogy ezen az oldalon át az akvárium mely részéről induló fénysugarak jutnak el a szemünkbe! Ezeket a fénysugarakat a 2. ábrán láthatjuk. A fénysugarak egy része a BC oldalon történő teljes visszaverődés után jut a szemünkbe, hiszen az ábra szerint $\alpha = 90^\circ - \gamma \approx 58^\circ$, és ez nagyobb, mint a teljes visszaverődés határszöge víz–levegő határfelületen.

Korábbi megfontolásainkból következik, hogy az akvárium vékony üvegfala a teljes visszaverődés tényét nem változtatja meg, csak a fénysugarakat párhuzamosan kissé eltolja. (A berajzolt fénysugarak a DC oldallal ugyanakkora szöget zárnak be, mint az AB oldallal, ezért a DC oldalon nincs teljes visszaverődés!)

Azt kaptuk tehát, hogy az $ABCE$ trapézról és a BCF háromszögről induló fénysugarak jutnak a szemünkbe. E két terület közös részén levő halakat az AB oldalon át duplán látjuk. A BCF és az ADE háromszögek egybevágók, ezért az AB oldalon keresztül a teljes akvárium alapterületével egyenlő nagyságú területet látunk.

Az AB és AD oldalon át együttesen tehát kétszer akkora területet látunk, mint amekkora az akvárium alapterülete. A halak egyenletes eloszlását feltételezve így a halaknak is a kétszeresét látjuk.

1986-03-137-3.eps

3. ábra

A 3. ábrán az egyes területekre írt számok azt mutatják, hogy az ott levő halakat összesen hányszorosan látjuk.

Megjegyzések. 1. Sokan közvetlenül levegő–víz határfelülettel számoltak. Dolgozatukra 2 pontot kaptak.

2. Ha az akvárium BC és DC oldalán nincs teljes visszaverődés (például ezek az oldalak be vannak festve), akkor átlagosan a halak 1,37-szorosát láthatjuk.