



1<sup>0</sup>. A foltról levegőrétegen keresztül az üvegekockába az alsó lapon lépnek be a sugarak és törést szenvednek. A törési szög nem lehet nagyobb a  $\varphi$  határszögnél, amelyre nézve

$$\sin \varphi = \frac{3}{5} = 0,6, \text{ tehát } \varphi < 45^\circ.^1$$

A  $\varphi$  szög alatt belépő sugarak az oldallaphoz

$$i = 90^\circ - \varphi > 45^\circ$$

szög alatt esnek be, tehát teljes visszaverődést szenvednek.

Ha a belépés szöge  $< \varphi$ , akkor az oldallaphoz való beesés szöge még inkább nagyobb  $45^\circ$ -nál, szóval minden sugár az oldallapon teljes visszaverődést szenved és ezért nem látjuk a foltot, ha az oldallapon nézünk keresztül.<sup>2</sup>

2<sup>0</sup>. Az üvegnek a vízre vonatkozó törésmutatója:  $n' = \frac{5}{3} : \frac{4}{3} = \frac{5}{4}$ .

A vízből az üvegbe lépő sugarakra nézve a határszög  $\varphi_1$  és most

$$\sin \varphi_1 = \frac{4}{5}, \text{ azaz } \varphi_1 = 90^\circ - \varphi > 45^\circ.^3$$

Ha tehát az alsó lapon a törési szög (az üvegbe lépés szöge)  $\varphi_1$ , akkor az oldallapra való beesés szöge

$$i_1 = 90^\circ - \varphi_1 = \varphi$$

és az ennek megfelelő kilépési szög a levegőbe  $90^\circ$ , az üvegekockából kilépő fénysugár az oldallapot súrolja. Az ilyen sugár még eljuthat a szemünkbe, tehát a foltot láthatjuk.

Azon sugarak, amelyek a kocka alsó lapjára  $\varphi_1$ -nél kisebb szög alatt lépnek be, azok a kocka oldallapjához  $\varphi$ -nél nagyobb szög alatt esnek; ezek már teljes visszaverődést szenvednek.

*Jegyzet.* A 2<sup>0</sup>. alatt tárgyalt eset kedvezőbben alakul, azaz többféle sugár lép ki a kocka oldallapján ha

$$i_1 = 90^\circ - \varphi_1 < \varphi, \text{ azaz } \varphi_1 > 90^\circ - \varphi, \text{ tehát } \sin \varphi_1 > \cos \varphi.$$

Azonban  $\cos \varphi = \frac{4}{5}$  és így  $\sin \varphi_1 > \frac{4}{5}$ , ha  $n' < \frac{5}{4}$ .

Ezen eset bekövetkezik akkor, ha az üvegnek a levegőre vonatkozó törésmutatója  $< \frac{5}{3}$ , azaz pl. koronaüveg esetében, melynek törésmutatója 1,53 – 1,63 körül van. Ha azonban az üvegekocka nehezebb flintüvegből van, melynek törésmutatója 1,7 vagy ennél nagyobb, akkor a 2<sup>0</sup>. esetben sem látjuk a foltot.

<sup>1</sup>  $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} =: 0,707 \dots > 0,6$ .

<sup>2</sup> A kocka felső lapjához érkező sugarak beesési szöge = az alsó lapon való törési szöggel. Minthogy ez  $< \varphi$ , a sugarak kilépnek a levegőbe; a foltot felülről lehel látni. (Planparallel lemez!)

<sup>3</sup> Ugyanis  $\sin^2 \varphi + \sin^2 \varphi_1 = \frac{9}{25} + \frac{16}{25} = 1$ .