



1⁰. A foltról levegőrétegen keresztül az üvegekockába az alsó lapon lépnek be a sugarak és törést szenvednek. A törési szög nem lehet nagyobb a φ határszögnél, amelyre nézve

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

A φ 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° -nál, szóval minden sugár az oldallapon teljes visszaverődést szenved és ezért nem látjuk a foltot, ha az oldallapon nézünk keresztül.²

2⁰. 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 φ_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) φ_1 , akkor az oldallapra való beesés szöge

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

és az ennek megfelelő kilépési szög a levegőbe 90° , 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 φ_1 -nél kisebb szög alatt lépnek be, azok a kocka oldallapjához φ -nél nagyobb szög alatt esnek; ezek már teljes visszaverődést szenvednek.

Jegyzet. A 2⁰. 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 2⁰. esetben sem látjuk a foltot.

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

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

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