

MŰSZERBŐRZE

AZ OPTIKAI FELÜLETEK

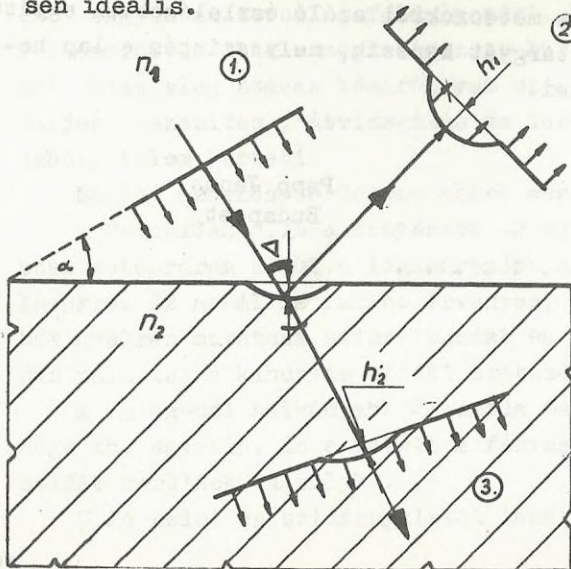
A látható fény hullámhossza rendkívül rövid, kerekén $0,4-0,8\mu$, szokatlanul kicsi a mindennapi életben használt hosszúságokhoz képest, ezért az optikai felületeknek nagyon simának kell lenniük.

A felülethordozónak a környezet behatásaival szemben ellenállónak, hosszú idők során is csak kevésbé deformálódónak kell lenni. A legellenállóbb anyagok is már igen kicsiny nyomásra vagy hőmérsékletváltozásra optikailag jelentősen deformálódnak, ezért az optikai felület alakját nemcsak a csiszoló ügyessége, hanem a felülethordozó anyaga, alakja, felfüggesztése és a hőmérséklet határozzák meg.

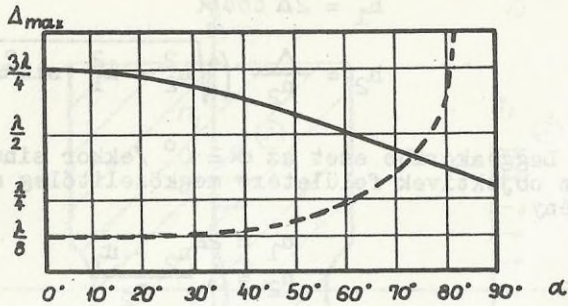
Ideális esetben /egyelőre eltekintünk a nyomástól és a hőmérsékletingadozástól/ milyen pontosnak kell lennie egy optikai felületnek ahhoz, hogy hibátlan képet adjon? A kép hulláminterferencia útján jön létre. Ha az interferáló fotonok utkülönbsége nagyobb $\lambda/4$ -nél, akkor a kép minősége rohamosan romlani kezd.

Szemünk a $0,555\mu$ hullámhossz környékén a legérzékenyebb, tehát $\lambda/4=0,14\mu$. Ha valaki magasabb igényeket támaszt objektívvel szemben, pl. fotózni szeretne vele, akkor figyelembe kell vennie, hogy a fotóanyagok érzékenysége $= 0,4430$ környékén maximális, ekkor $\lambda/4 = 0,11\mu$, ez ke-
reken 25 %-os eltérést jelent.

Megvizsgálunk egy olyan optikai elemet, amelynek felületén egyetlen rendellenesség található, egyébként teljesen ideális.

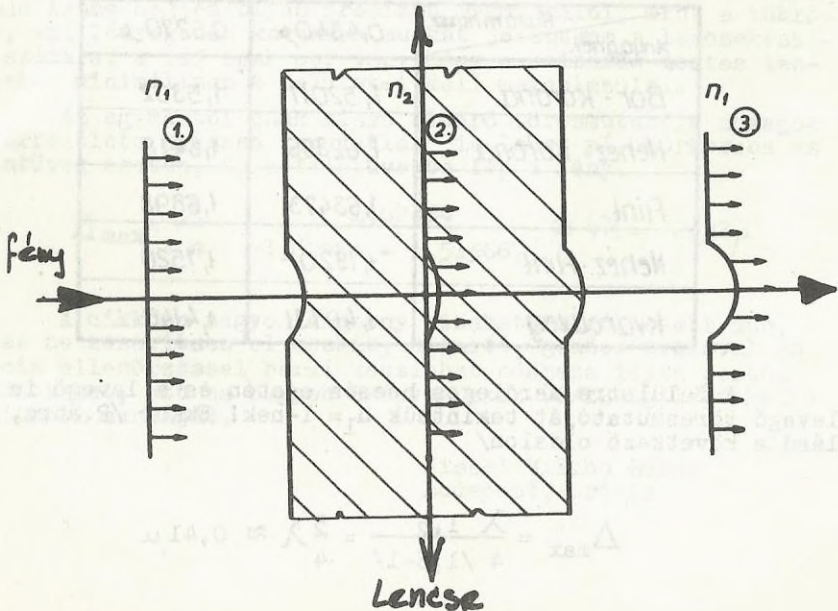


1. ábra. A felületi rendellenesség maximális mélysége Δ , az optikai elem törésmutatója n_2 , a levegőé n_1 . Tekintünk egy olyan sugárnyalábot /1/ amely α szög alatt éri el a felületet. A nyaláb egy része behatol a közegbe és törést szenved /3/, a másik része pedig visszatükröződik /2/. Ha a 2 ill. 3 sugárnyaláb fotonjai közt a maximális utkülönbség h_1 ill. h_2 , akkor!



2.ábra. A megengedett maximális rendellenesség, a beesési szög függvénye: folytonos vonal $n_1 = 1/ n_2 = 1,5$ törésmutatójú közege, szaggatott vonal tükröző felületre.

Minden lencsének két optikai felülete van és ezeken a rendellenességek szabálytalanul helyezkednek el, a kidomborodások és bemélyedések hol gyöngítik, hol erősítik egymás kép-repítő hatását /3.ábra/, s végsősoron ezen hatások összegét észleljük.



$$h_1 = 2\Delta \cos\alpha$$

$$h_2 = \frac{\Delta}{n_2} \left(\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2\alpha} - n_1 \cos\alpha \right)$$

Leggyakoribb eset az $\alpha = 0^\circ$ /ekkor $\sin\alpha = 0$; $\cos\alpha = 1$ /, mert az objektívek felületére megközelítőleg merőlegesen esik be a fény.

$$n_1 = 2\Delta$$

$$n_2 = \Delta \frac{n_2 - n_1}{n_2}$$

h_1 képletéből következik, hogy a tükrözésnél a felületi rendellenességek duplán számítanak. Mivel a megengedett maximális utkülönbség $\lambda/4 = h_1 \max$

$$\Delta_{\max} = \lambda/8 \approx 0,07 \mu \quad / \lambda = 0,555 \mu /$$

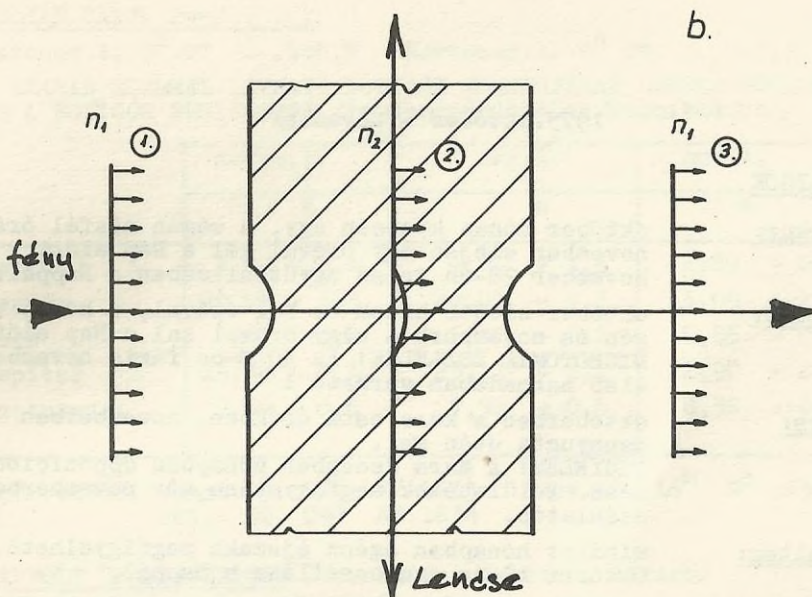
ami azt jelenti, hogy ha a tükrünkön 1,07 mikronnál nagyobb felületi egyenetlenségek vannak, képalkotása kívánivalókat hagy maga után pl. a feloldóképesség rosszabb a vártnál, a csillagok pontszerű képe eltorzul stb.

Vegyünk egy $n_2 = 1,5$ törésmutatójú üveget, /ld. táblázat/

Anyagnév.	Hullámhossz	0,4340 μ	0,5270 μ
Bőr-Korona		1,52017	1,5302
Nehéz-Korona		1,62396	1,6418
Flint		1,63473	1,6898
Nehéz-Flint		1,79201	1,7520
Kvarcüveg		1,46731	1,4140

A felületre merőleges beesés esetén és a levegő is a levegő törésmutatóját tekintjük $n_1 = 1$ -nek! Ekkor /2. ábra, lásd a következő oldalon/

$$\Delta_{\max} = \frac{\lambda}{4} \frac{1,5}{1,5-1} = \frac{3}{4} \lambda \approx 0,41 \mu$$



3. ábra. a/ és b/ kép.

Az eredményekből kitűnik, hogy a lencsék felületét ele-
gendő lenne negyed olyan precízen megmunkálni, mint a tükrök-
két, ami lényegesen kevesebb munkát jelentene a lencsekészí-
tő számára, a baj csak ott van, hogy a szinhíza mentes len-
csékhez minimálisan 4 felületet kell megcsiszolni.

Az egymástól csak kissé eltérő törésmutatójú anyagok
határfelülete egészen "pontatlan" is lehet pl. bórkorona és
flintüveg esetén, ha a flintüvegbe lép a fény.

$$\Delta_{\max} = \frac{\lambda}{4} \frac{1,62464}{1,62464 - 1,515667} \approx 4\lambda = 2,22 \mu$$

A cikkben nagyon kicsiny hibahatárokról esett szó,
de ez ne keserítsen el senkit, kitartó, gondos munkával és
precíz ellenőrzéssel bárki készíthet odahaza ilyen pontos
felületeket, sőt ha nagyon igényes, akár $\lambda/12$ -ig is tökéle-
tesítheti munkáját.

Kiszel Vilmos Gábor
Budapest, Uránia

• • • • •