

Un purpuriu de "Optica geometrica"

a. O fibra optica are miezul confectionat din sticla cu indicele de refractie $n_1=1.68$ si o manta exterioara facuta din sticla cu indicele de refractie $n_2= 1.44$. Care este unghiul de incidenta maxim pe fata de intrare astfel incat raza sa ramana in interiorul fibrei? 2p.

b. La fiecare 2 km parcursi de lumina printr-o fibra optica puterea semnalului luminos scade de doua ori. Care este puterea semnalului luminos la iesirea dintr-o astfel de fibra, cu lungimea de 10 km, daca puterea la intrare este 1 W? 1p

c. O lentila subtire biconvexa simetrica este asezata pe o oglinda plana. Deplasand varful unui creion ascutit, in lungul axului optic al lentilei, se constata ca imaginea acestuia se afla in aceeaasi pozitie cu varful creionului cand distanta creion-oglinda este de 30 cm (varful creionului se afla pe axul optic al lentilei iar creionul este asezat perpendicular pe ax). Daca umplem cu un lichid spatiul dintre lentila si oglinda, varful creionului coincide cu imaginea sa la distanta de 45 cm de oglinda. Calculati indicele de refractie al lichidului. 4p

d. De ce, daca privim cu ochii deschisi in apa, obiecte aflate in apa acestea sunt neclare? Daca privim aceleasi obiecte avand ochelari de inot la ochi, le vedem clare. De ce? 2p

Rezolvare:

a. Legea refractiei la intrarea in fibra:

$$\sin i = n_1 \sin r.$$

Raza de lumina ramane in fibra daca unghiul de incidenta pe manta este mai mare decat i (unghiul limita)

$$\sin i = n_2 / n_1.$$

Atunci $r \leq 90^\circ$ - ceea ce conduce la:

$$\sin i \leq n_1 \cos i = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2}$$

$$i \leq 60^\circ$$

$$b. P_{iesire} = P_{intrare} / 2^5 = 31.25 \text{ mW}$$

c. Atunci cand imaginea si obiectul se afla in aceeaasi pozitie ele se afla la $2f$ fata de sistem deci distantele focale ale celor doua sisteme lentil+oglinda si lentil+lichid+oglinda sunt $f=15 \text{ cm}$ si respectiv $F=22.5 \text{ cm}$.

Distanta focale ale sistemelor lentila sticla+oglinda si lentil sticla+lentila lichid+oglinda se pot determina din convergenta sistemului subtire = suma convergentelor componentelor:

$$1/f = 1/f_1 + 1/f_o + 1/f_1 = 2/f_1$$

$$1/F = 1/f_1 + 1/f_2 + 1/f_o + 1/f_2 + 1/f_1 = 2/f_1 + 2/f_2$$

Unde $1/f_1, 1/f_2, 1/f_0=0$ sunt convergentele lentilei de sticla, de lichid si respectiv a oglinzii. Prin urmare distanta focala a lentilei de sticla este $f_1=2f=30$ cm iar a lentilei de lichid este $f_2=-90$ cm.

Cum lentila de sticla este biconvexa simetrica:

$$f_1=R/2(n_{sticla}-1)$$

iar lentila de lichid este plan-concava:

$$f_2=-R/(n_{lichid}-1).$$

$$-f_2/f_1=2(n_{sticla}-1)/(n_{lichid}-1)$$

$$n_{lichid}=4/3$$

d. Convergenta variabila a ochiului este data de suma dintre convergenta corneei (primul mediu al ochiului in care patrunde lumina, aceasta avand un indice de refractie $n=1.33$) si convergenta cristalinului. Atunci cand privim cu ochii deschisi in apa, deoarece indicele de refractie al apei este aproximativ egal cu cel al corneei, cornea nu mai actioneaza ca o lentila, convergenta ochiului scade (ramane doar cristalinul) iar imaginea se formeaza in spatele retinei, si deci pe retina imaginea este neclara. Cand privim avand ochelari de inot la ochi, ochiul se afla in aer si deci are puterea necesara acomodarii imaginii pe retina. De aceasta data vom privi imaginea obiectelor din apa in dioptrul plan apa-aer cu suprafata de separare data de sticla ochelarilor- obiectele se vor vedea mai aproape decat in realitate, dar vor fi clare.