

Prelamanje na sfernim graničnim površinama 4

Žiže i žižne daljine

- ⇒ aksijalna tačka predmeta čiji se lik nalazi u beskonačnosti naziva se PRVA ŽIŽA prelomne granične površine
- ⇒ zraci koji divergiraju iz prve žiže posle prelamanja su paralelni optičkoj osi
- ⇒ PRVA ŽIŽNA daljina je rastojanje prve žiže i optičkog centra krivine prelomne granične površine
- ⇒ Iz $p=f_1$ i l teži beskonačnosti se dobija

$$f_1 = \frac{n_1}{n_2 - n_1} R$$

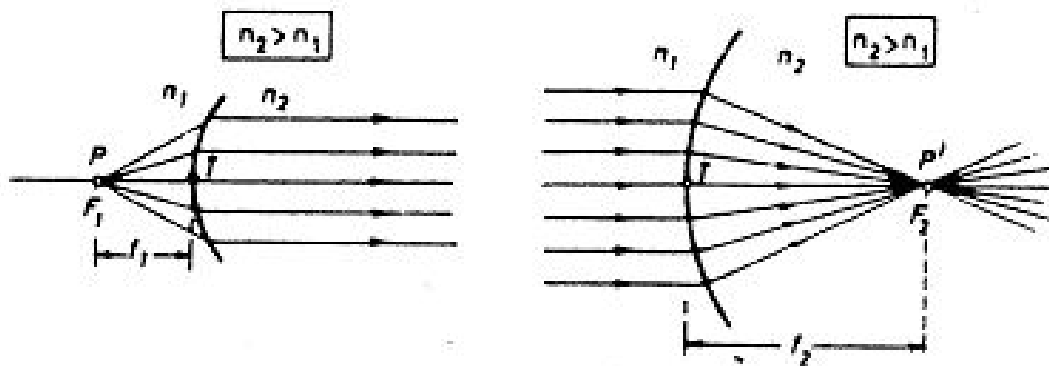
Prelamanje na sfernim graničnim površinama 4

Žiže i žižne daljine 2

⇒ DRUGA ŽIŽA prelomne granične površine je lik beskonačno udaljene aksijalne tačke

$$f_2 = \frac{n_2}{n_2 - n_1} R$$

⇒ žižne daljine nisu međusobno jednake



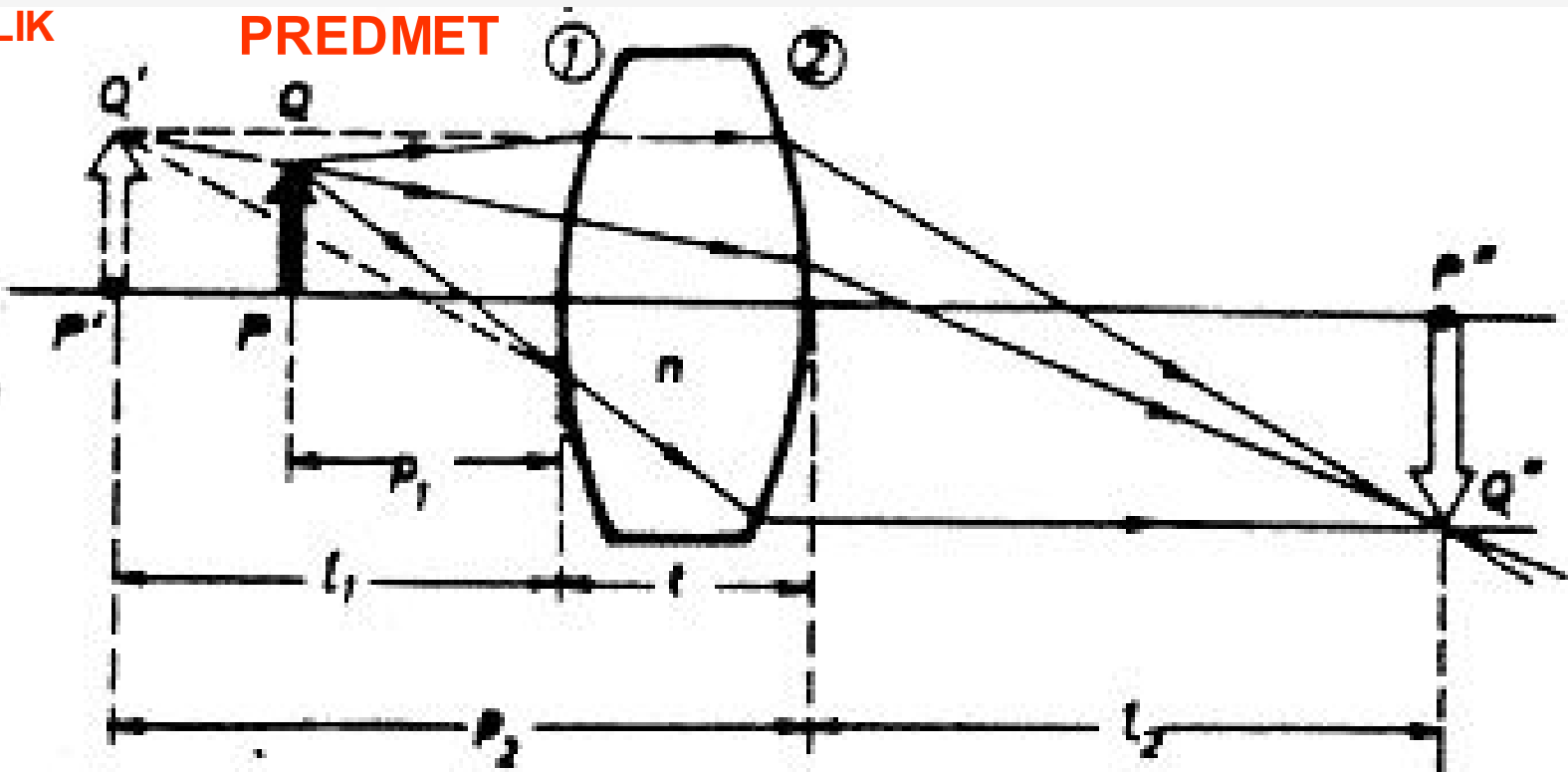
Debelo sočivo

- ⇒ sočivo je optički sistem koji se sastoji iz dve ili više graničnih površina
- ⇒ graničnih površine su najčešće sferne sa centrima na istoj pravoj (optička osa sistema)
- ⇒ **debela sočiva** su ona kod kojih razmak između temena krivina nije zanemarljiv u odnosu na poluprečnike krivina sfernih graničnih površina
- ⇒ analiziraće se debelo sočivo u vazduhu, $n_1=1.00$ i $n_2=n$

Debelo sočivo 2

IMAGINARAN
LIK

PREDMET



REALAN LIK

⇒ primenom relacije $\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{l} = \frac{n_2 - n_1}{R}$ na prvu i drugu graničnu površinu dobija se

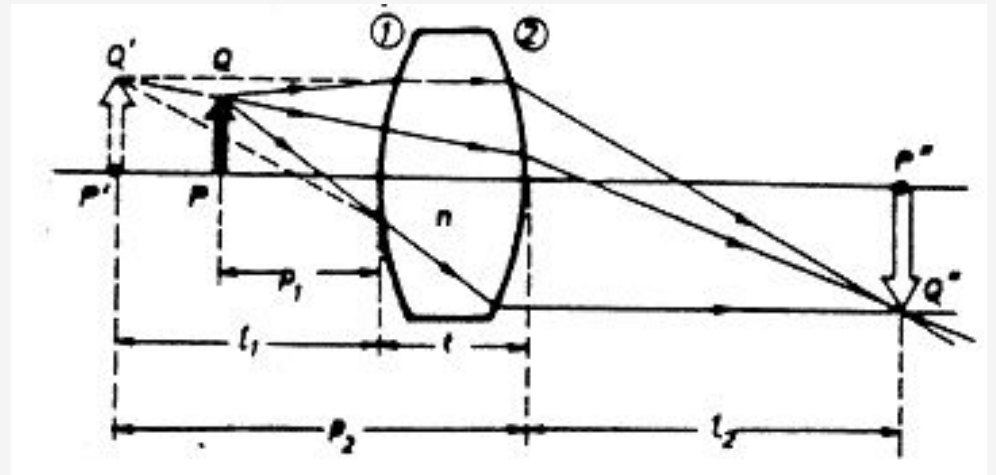
$$\frac{1}{p_1} + \frac{n}{l_1} = \frac{n-1}{R_1}$$

$$\frac{n}{p_2} + \frac{1}{l_2} = \frac{1-n}{R_2}$$

Debelo sočivo 3

$$p_2 = t - l_1$$

↙
 l_1 je negativno prema konvenciji



⇒ potrebno je rešiti sistem od tri jednačine

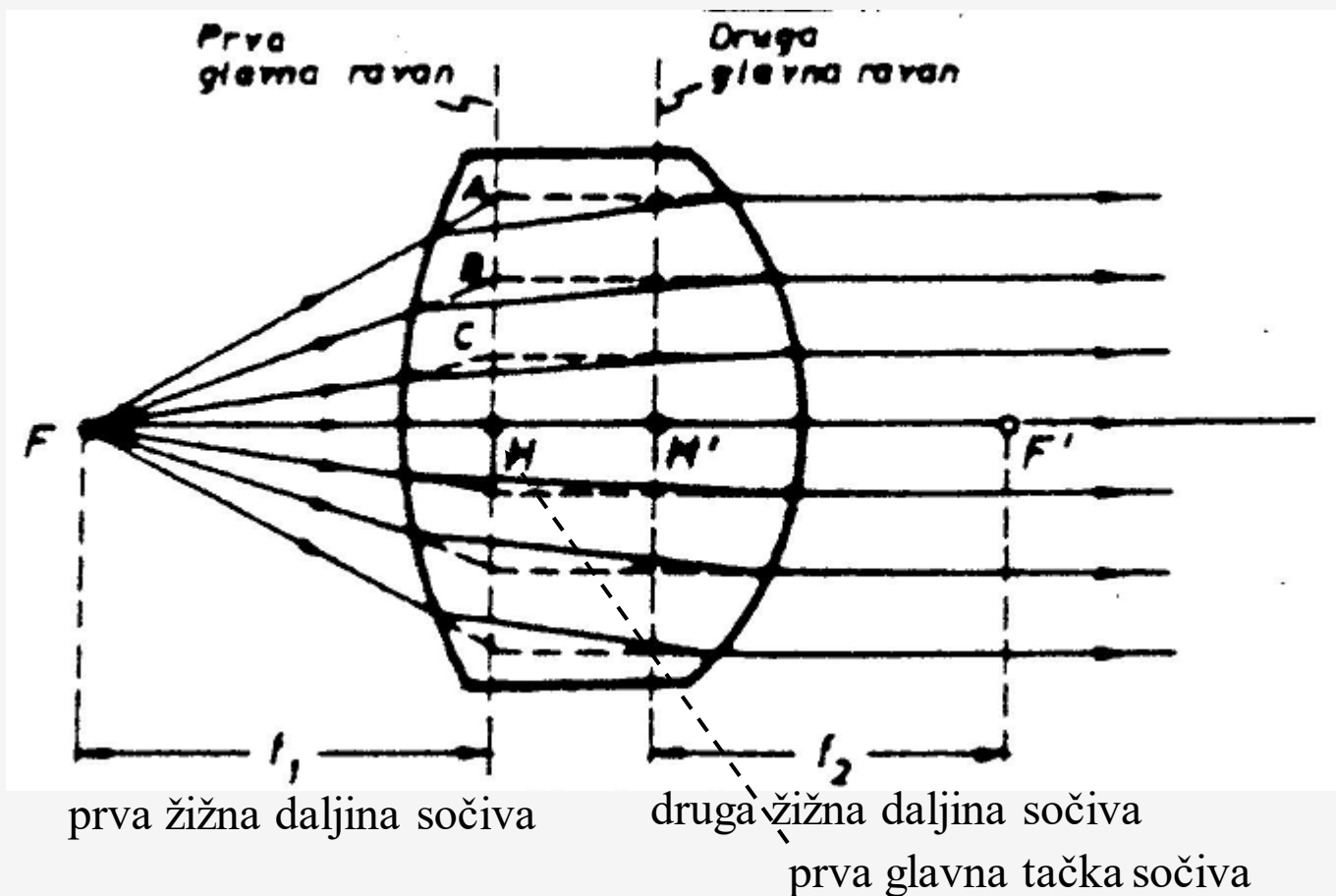
Debelo sočivo 4

Žiže i žižne ravni sfernog sočiva

- ⇒ PRVA ŽIŽA sočiva je tačka na optičkoj osi čiji lik sočivo obrazuje u beskonačnosti
- ⇒ PRVA ŽIŽNA RAVAN prolazi kroz prvu žižu i normalna je na optičku osu sočiva
- ⇒ PRVA ŽIŽNA RAVAN prolazi kroz prvu žižu i normalna je na optičku osu sočiva
- ⇒ paraksijalni zraci iz ma koje tačke žižne ravni su po izlasku iz sočiva međusobno paralelni
- ⇒ da bi zrak po izlasku iz sočiva bio paralelan osi dovoljno je da se u njegovom produžetku nalazi prva žiža
- ⇒ DRUGA ŽIŽA sočiva je tačka u kojoj nastaje lik beskonačno udaljenog tačkastog predmeta koji se nalazi na optičkoj osi sočiva i to na istoj strani gde je prva žiža
- ⇒ DRUGA ŽIŽNA RAVAN - definicija -
- ⇒ zbog reverzibilnosti prostiranja svetlosnih zraka, prva i druga žiža mogu da zamene svoja značenja

Debelo sočivo 5

Glavne ravni, glavne tačke i žižne daljine sočiva
- komentar -



Kada je $f_1 = f_2$?

Debelo sočivo 6

Optičarska jednačina debelog sočiva

iz $\triangle ABG$ i $\triangle CDG$ i

$$BB' \approx 0$$

$$CC' \approx 0$$

sledi

$$\frac{h}{l_1} = \frac{h'}{-p_2} \quad *$$

iz $\triangle EHF$ i $\triangle CDF$ i

$$CC' \approx 0$$

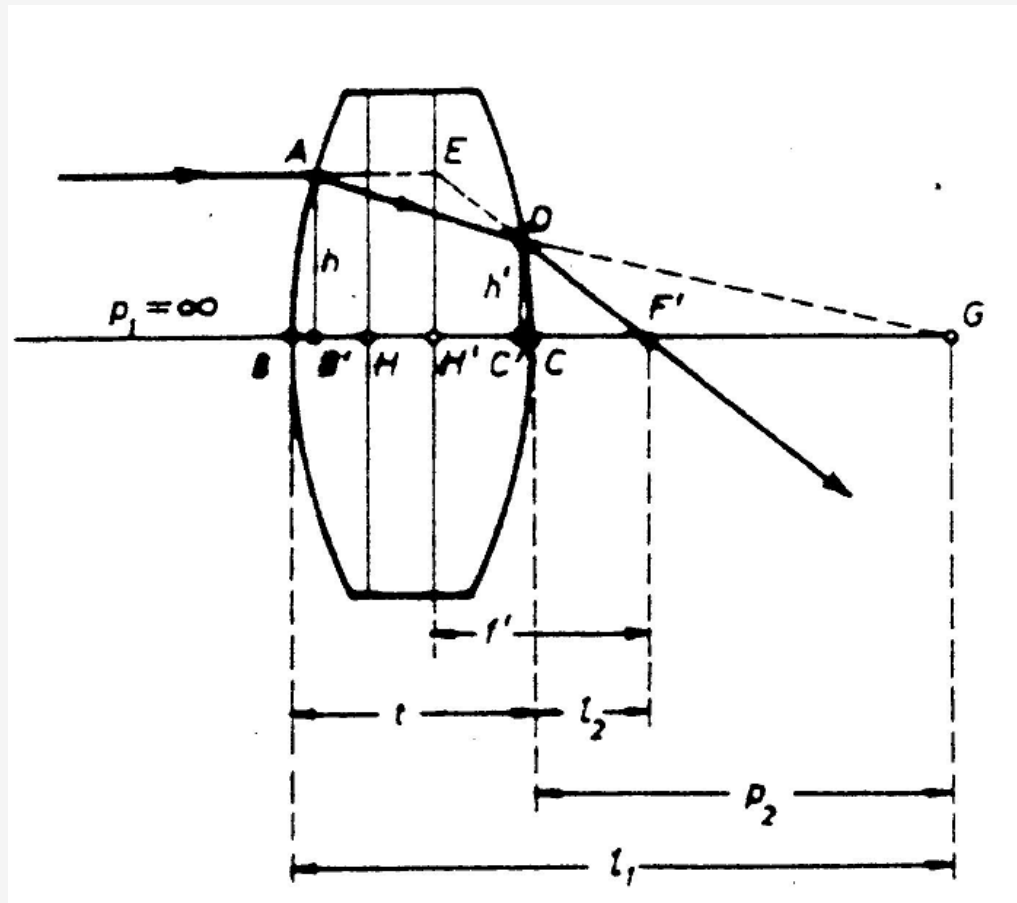
sledi

$$\frac{h}{l_1} = \frac{h'}{-p_2} \quad **$$

Iz * i ** sledi

$$f' = l_1 \left(-\frac{l_2}{p_2} \right)$$

$$f' = l_1 \left(-\frac{l_2}{p_2} \right) \left(-\frac{l_3}{p_3} \right) \left(-\frac{l_4}{p_4} \right) \dots$$



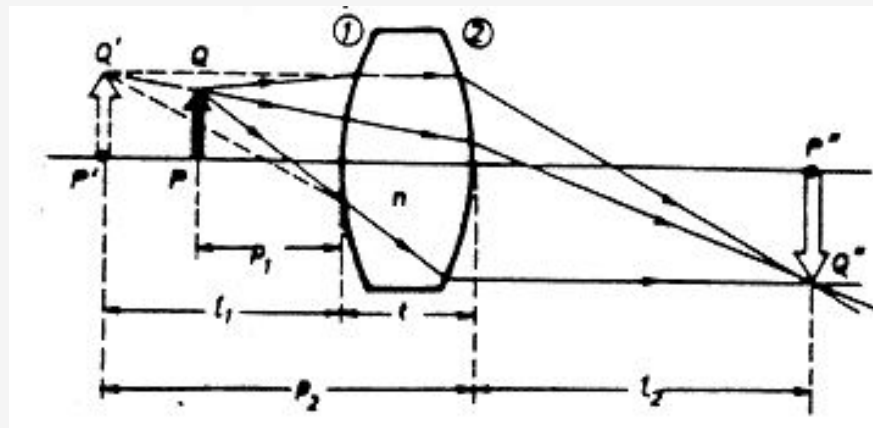
Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni

Debelo sočivo 7

Optičarska jednačina debelog sočiva 2

$$f' = l_1 \left(-\frac{l_2}{p_2} \right)$$

- komentar -



$$\frac{1}{p_1} + \frac{n}{l_1} = \frac{n-1}{R_1}$$

$$\frac{1}{p_2} + \frac{n}{l_2} = \frac{1-n}{R_2}$$

$$p_2 = t - l_1$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{n-1}{n} \frac{t}{R_1 R_2} \right)$$

1/f je optička jačina sočiva
D dioptriya

optičarska jednačina debelog sočiva

Jednačina debelog sočiva

iz $\triangle ABQ$ i $\triangle BHF$

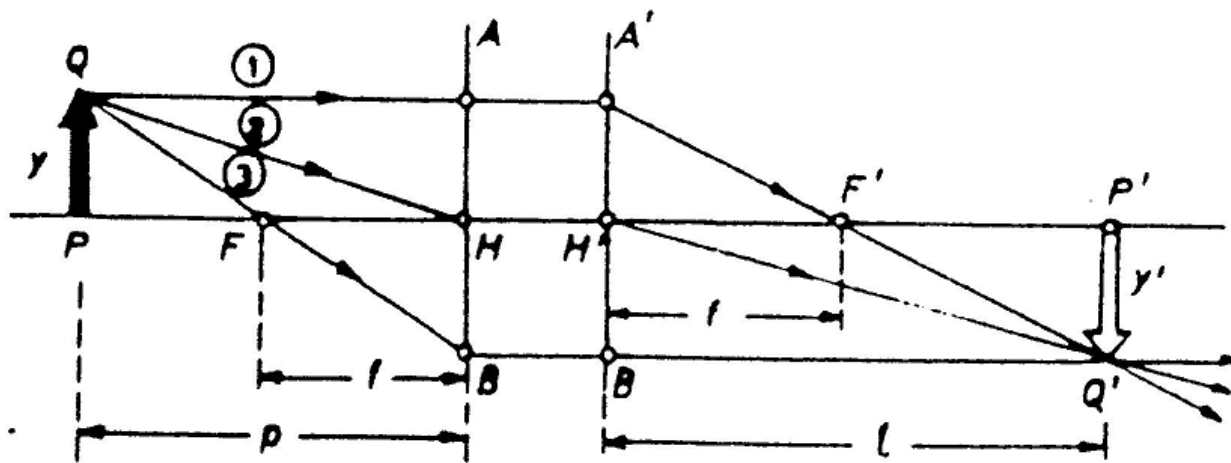
i

iz $\triangle A'B'Q'$ i $\triangle A'H'F'$

$$\frac{y - y'}{p} = -\frac{y'}{f}$$

$$\frac{y - y'}{l} = \frac{y}{f}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}$$



Tanko sočivo

Optičarska jednačina tankog sočiva

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Jednačina tankog sočiva

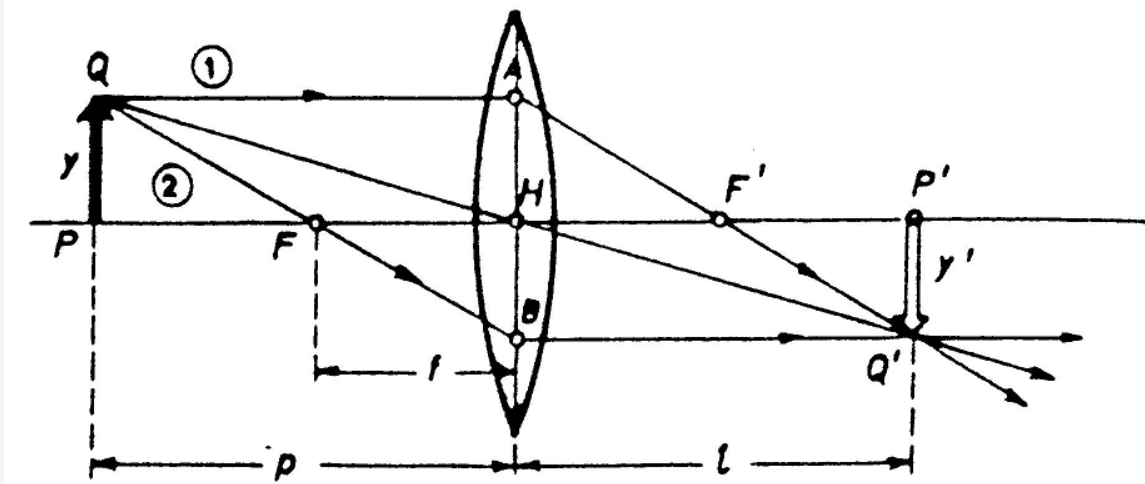
iz $\triangle QAB$ i $\triangle FHB$

$$\frac{y - y'}{p} = -\frac{y'}{f}$$

obrnut lik !

iz $\triangle QAB$ i $\triangle FHB$

$$\frac{y - y'}{l} = \frac{y}{f}$$



$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}$$

Tanko sočivo

Optičarska jednačina tankog sočiva koje nije u vazduhu

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{\text{sočiva}}}{n_{\text{okoline}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

- komentar -

Sistem tankih sočiva

- komentar -

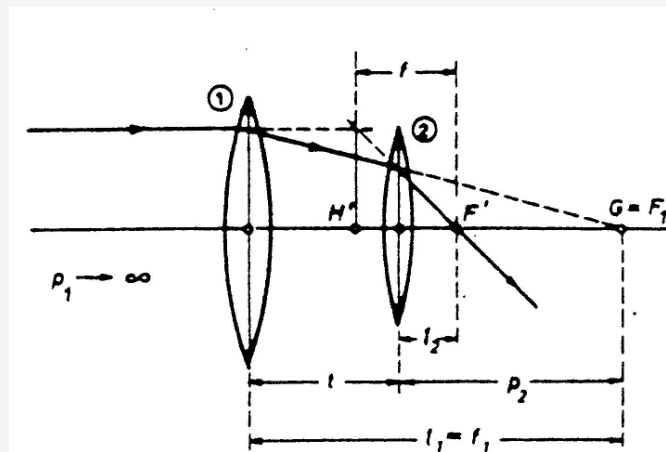
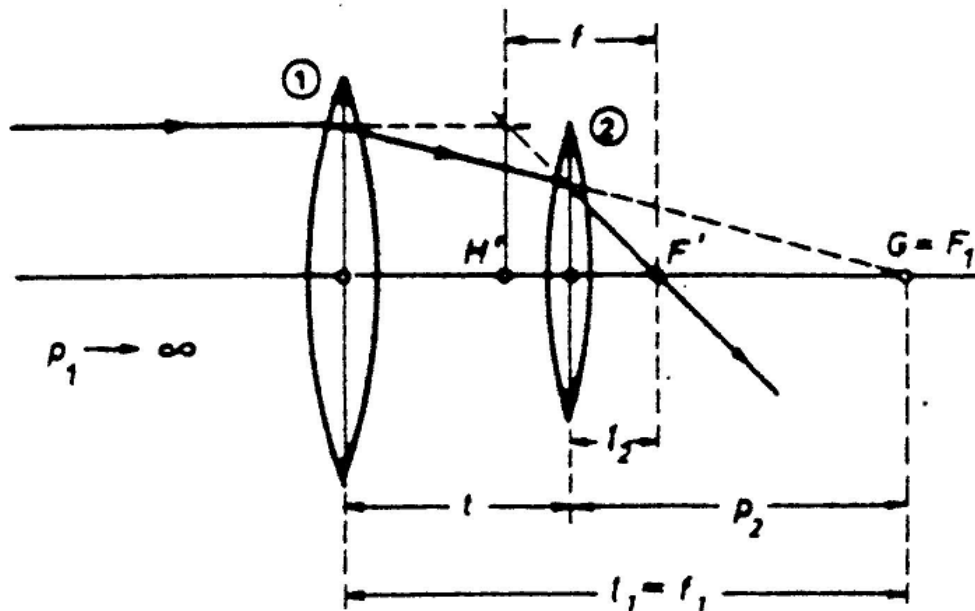
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}$$

pošto p_1 teži beskonačnosti
 $l_1 = f_1$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{t}{f_1 f_2}$$

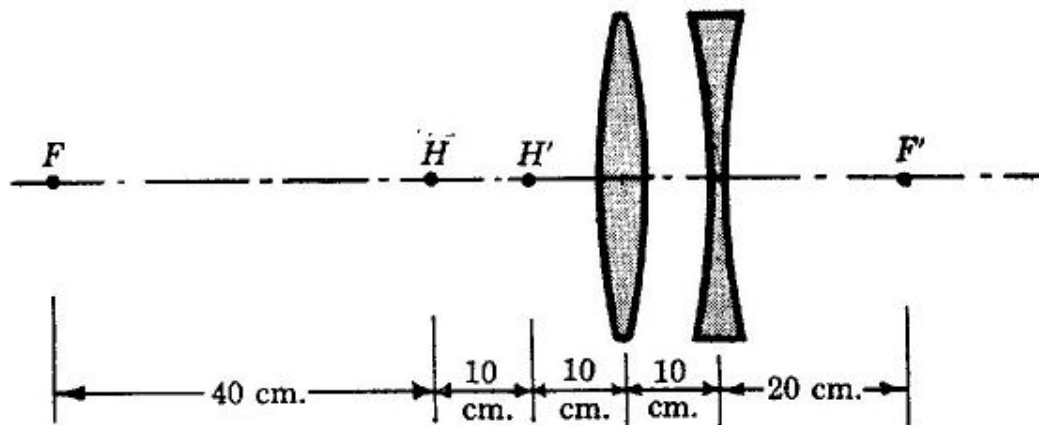
$p_2 = t - f_1$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$



Sistem tankih sočiva

- primer -



Sl. 4.21. Princip sočiva fotografskog teleobjektiva

Primer. Složeno sočivo na sl. 4.21. sastoji se od tankog pozitivnog sočiva žižne daljine $+20\text{ cm}$, odvojenog razmakom od 10 cm od tankog negativnog sočiva žižne daljine -20 cm . Naći žižnu daljinu i položaje žiža i glavnih tačaka složenog sočiva.

Koristeći se više opisanim metodom, nalazimo

$$s'_1 = +20\text{ cm},$$

$$s_2 = -10\text{ cm},$$

$$s'_2 = +20\text{ cm}.$$

Sistem tankih sočiva

- primer -

Druga žiža je, dakle, 20 cm desno od negativnog sočiva.

Ako svetlost pada na drugu stranu sočiva,

$$s'_1 = - 20 \text{ cm},$$

$$s_2 = + 30 \text{ cm},$$

$$s'_2 = + 60 \text{ cm},$$

i prva žiža se nalazi 60 cm levo od pozitivnog sočiva.

Žižna daljina složenog sočiva, prema jednačini (4.19), iznosi

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{1}{-20} - \frac{10}{20(-20)},$$

$$f = + 40 \text{ cm}.$$

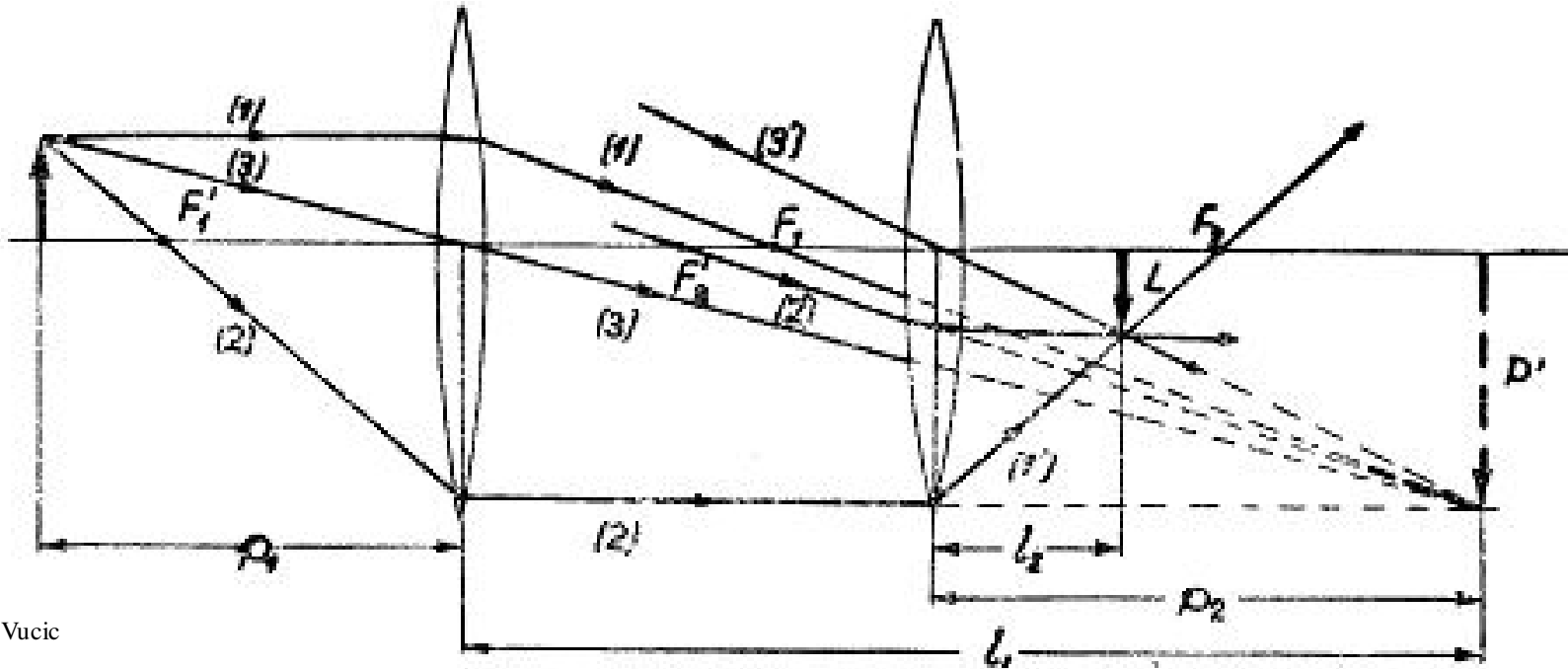
Prva glavna tačka leži 20 cm levo od pozitivnog sočiva a druga glavna tačka 10 cm levo od toga sočiva, kao što je prikazano na sl. 4.21.

Ova kombinacija pozitivnog i negativnog sočiva ilustruje princip sočiva telefoto-kamere. Sočivo ima veliku žižnu daljinu, tako da daje velike likove ($m = -f/x$), ali druga žižna ravan nije tako daleko iza okvira sočiva, kako kamera ne bi bila preterano dugačka.

Sistem sočiva

PRIMER

- komentar -



Vucic

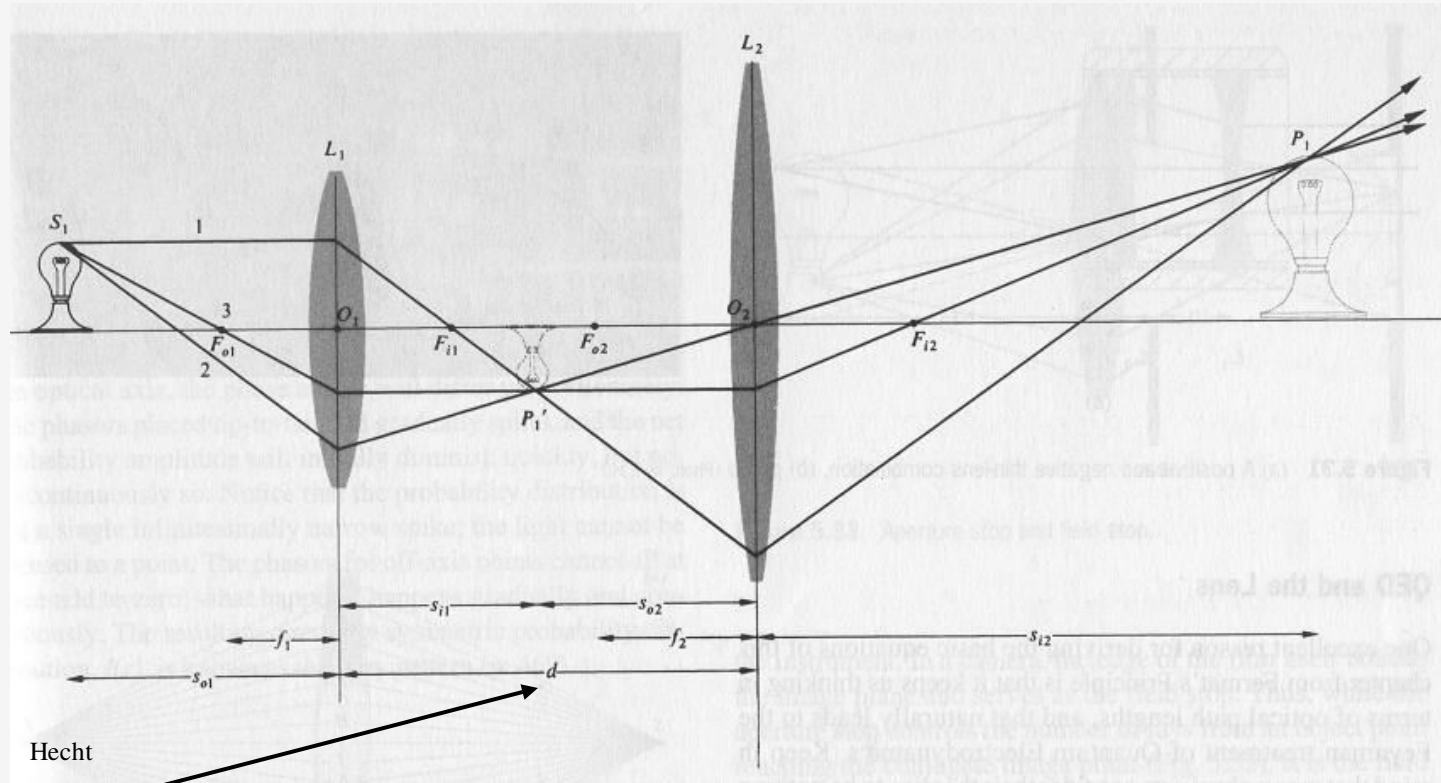
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{t}{f_1 f_2}$$

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni

Sistem sočiva PRIMER

- komentar -



$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}$$

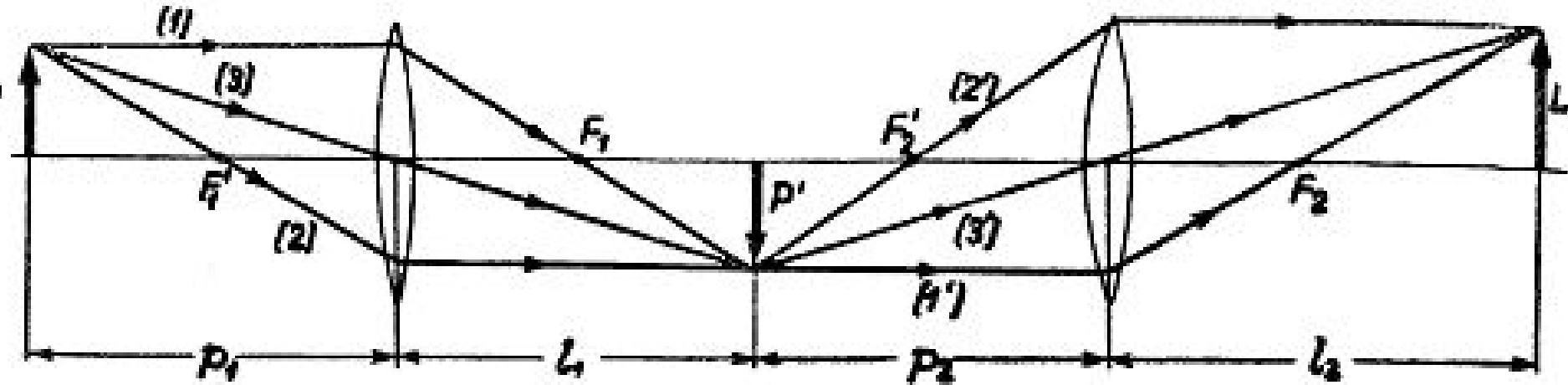
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{t}{f_1 f_2}$$

$$t > f_1 + f_2$$

Sistem sočiva

PRIMER

- komentar -



Vucic

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}$$

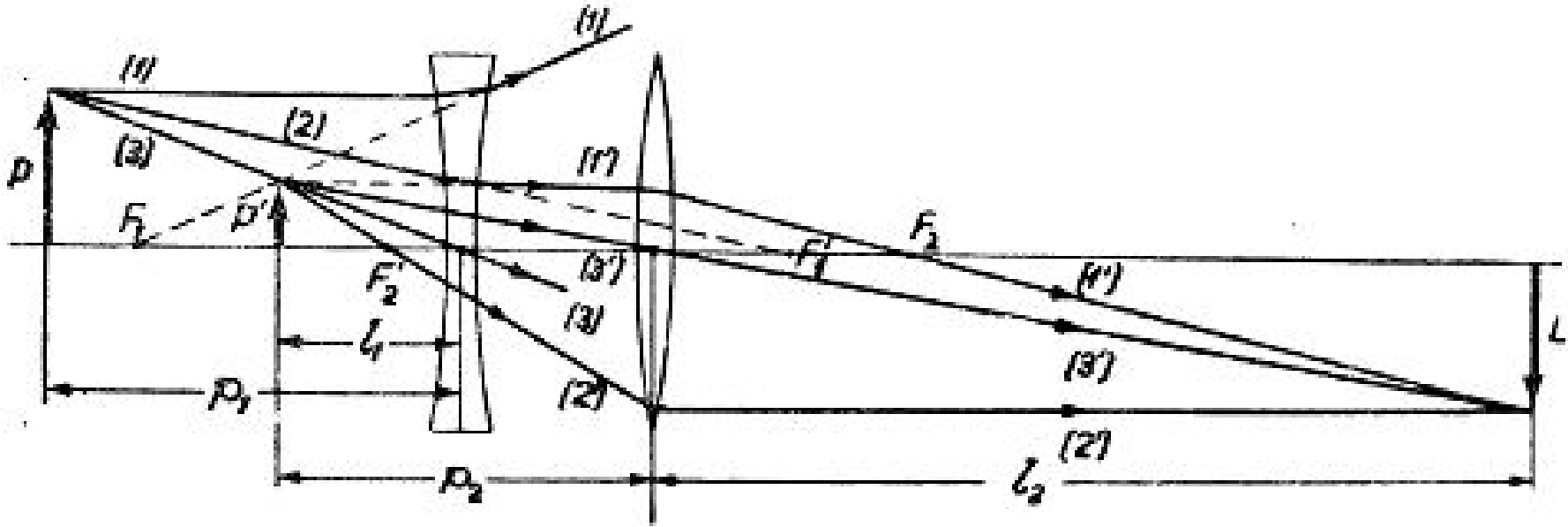
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{t}{f_1 f_2}$$

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni

Sistem sočiva

PRIMER

- komentar -



Vucic

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{t}{f_1 f_2}$$

Aberacije sočiva

⇒ aberacije sočiva su posledice fizički i geometrijskih zakonitosti prelamanja svetlosti

posledice fizičkih zakonitosti
prelamanja svetlosti

⇒ hromatska

posledice geometrijskih zakonitosti
prelamanja svetlosti*

⇒ sferna

⇒ koma

⇒ astigmatizam

⇒ iskrivljenost polja

⇒ distorzija

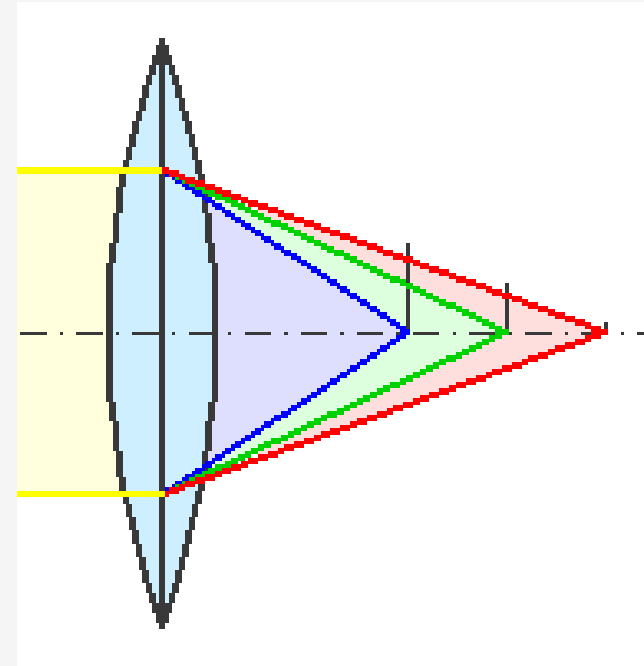
⇒ za aksijalne tačkaste predmete postoji samo hromatska i sferna aberacija

* Termini "fizičke zakonitosti" i "geometrijske zakonitosti" su u upotrebi, ali su u određenoj meri neodređeni; jasno je da su obe grupe aberacija posledice fizičkih zakonitosti.

Hromatska aberacija

- komentar -

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{n-1}{n} \frac{t}{R_1 R_2} \right)$$

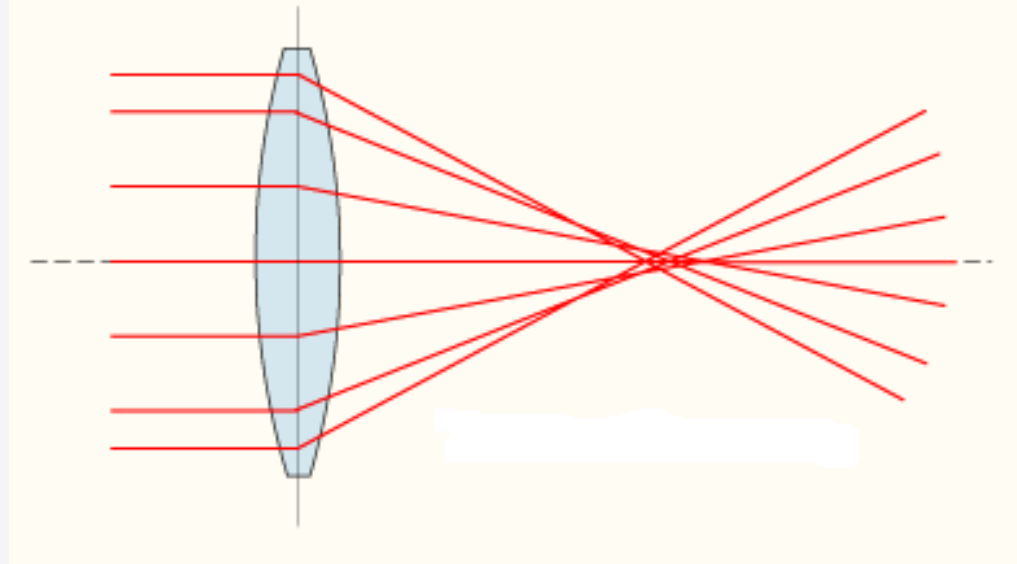


⇒ korekcija se vrši za dve ili više talasnih dužina svetlosti kombinacijom sabirnih i rasipnih sočiva

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni Aberacije sočiva 3

Sferna aberacija

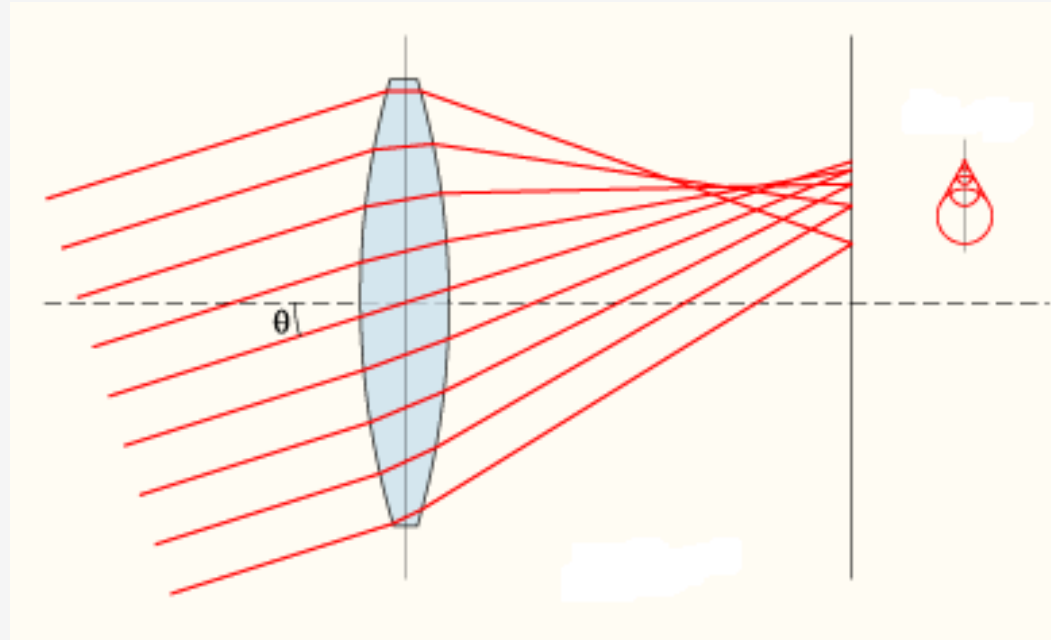
- ⇒ paraksijalni zraci se seku u jednoj tački !
- ⇒ jedina geometrijska aberacija koja postoji i onda kada se tačkasti predmet nalazi na osi sočiva



- ⇒ korekcija se može vršiti podesnim izborom krivina sfernih površina sočiva

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni
Aberacije sočiva 4

Koma

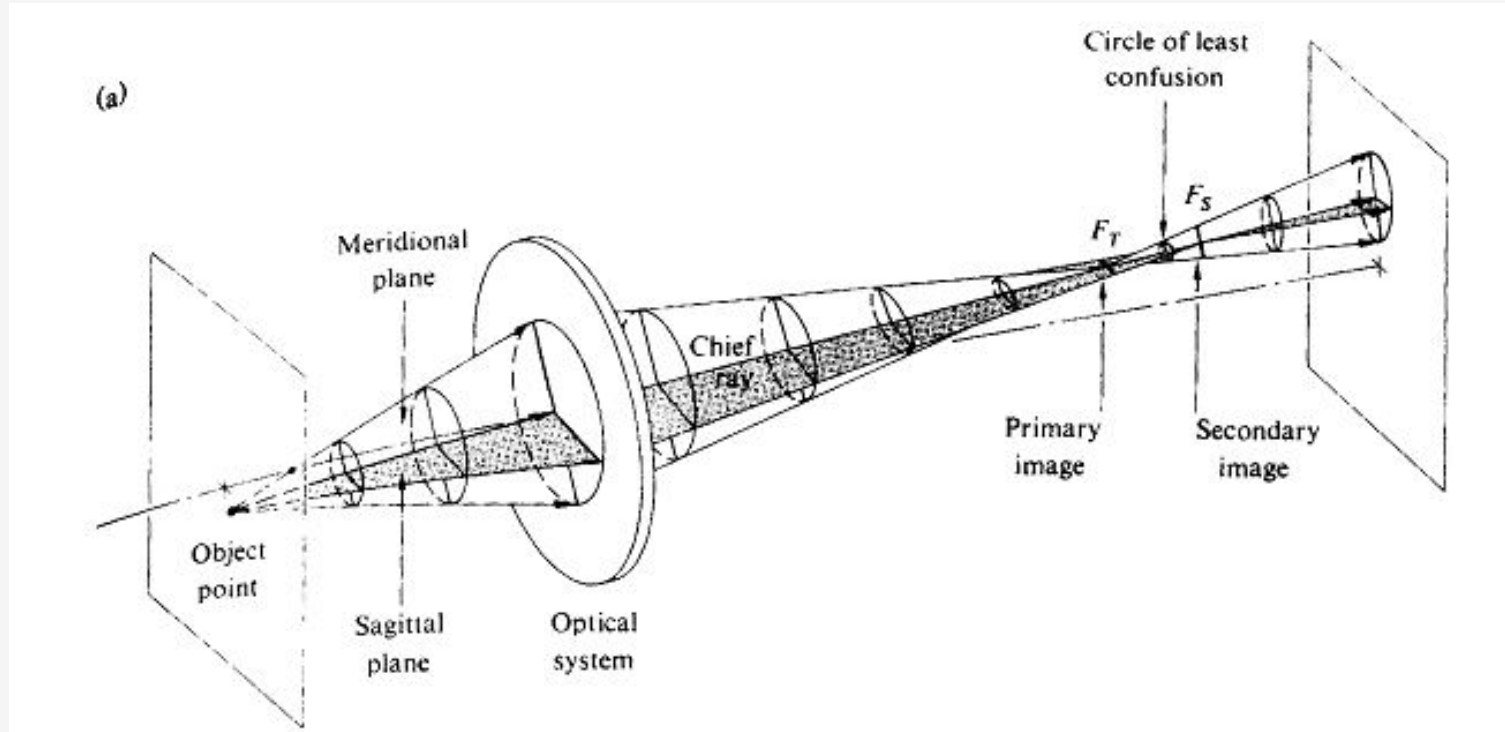


⇒ širi lik u ravni normalnoj na osu optičku sočiva

⇒ korekcija se može vršiti podesnim izborom krivina sfernih površina sočiva

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni Aberacije sočiva 5

Astigmatizam



- ⇒ snop zraka koji obrazuje lik je trodimenzionalan
- ⇒ širi lik u pravsu duž optičke ose sočiva
- ⇒ korekcija se kombinacijom većeg broja sabirnih i rasipnih sočiva