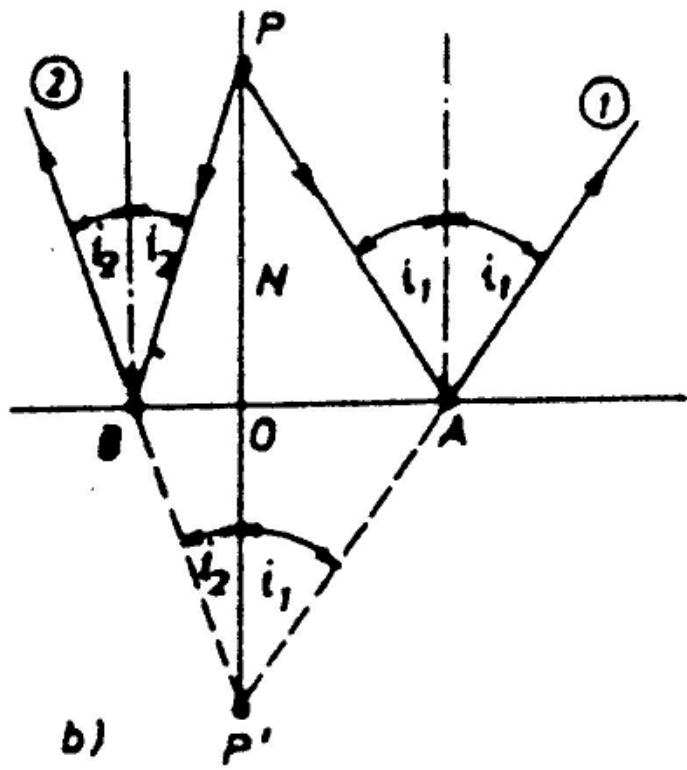
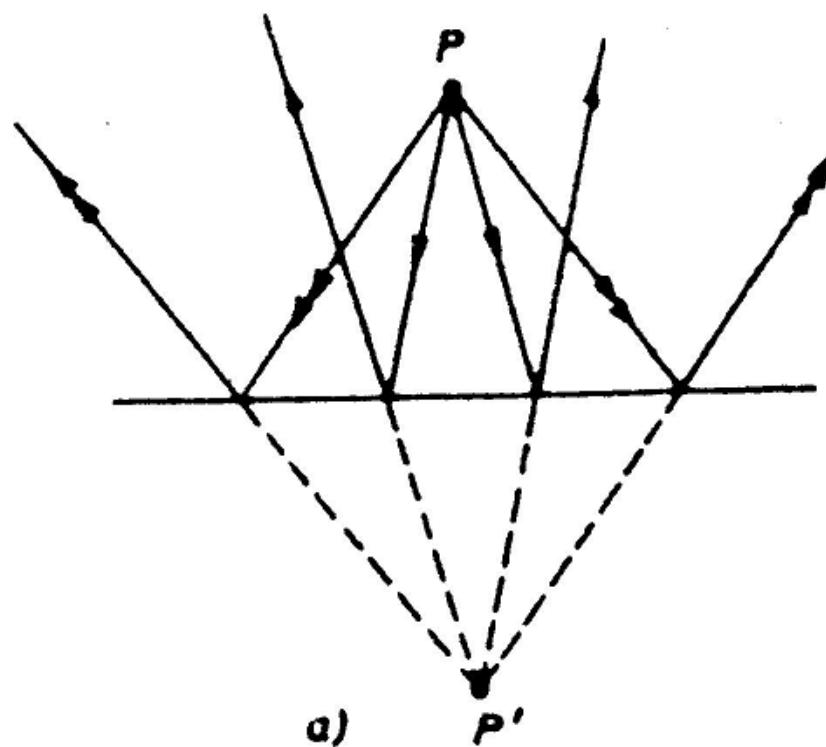


Lik tačkastog predmeta pri refleksiji

- ⇒ zraci iz tačkastog izvora posle prolaska kroz optički sistem mogu da **konvergiraju ili divergiraju**
- ⇒ ako zraci **konvergiraju** mogu se seći u **jednoj ili više tačaka**
- ⇒ ovi preseci čine **REALAN LIK**
- ⇒ ako se zraci seku u jednoj tački lik je **stigmatičan**, u suprotnom je **astigmatičan**
- ⇒ ako zraci **divergiraju** lik je **IMAGINARAN** i dobija se u preseku njihovih produžetaka
- ⇒ imaginaran lik može da bude stigmatičan i astigmatičan
- ⇒ promena pravca ne zavisi od smera prostiranja zraka, tj. predmet i lik mogu da zamene uloge

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni
Lik tačkastog predmeta pri refleksiji 2

⇒ dobija se stigmatičan imaginaran lik - KOMENTAR



Lik tačkastog predmeta pri prelamanju na ravnoj graničnoj površini

$$b \tan i_2 = a \tan i_1 \quad *$$

Iz * i Snelijus – Dekartovog zakona sledi

$$b = a \frac{n_2}{n_1} \frac{\cos i_2}{\cos i_1}$$

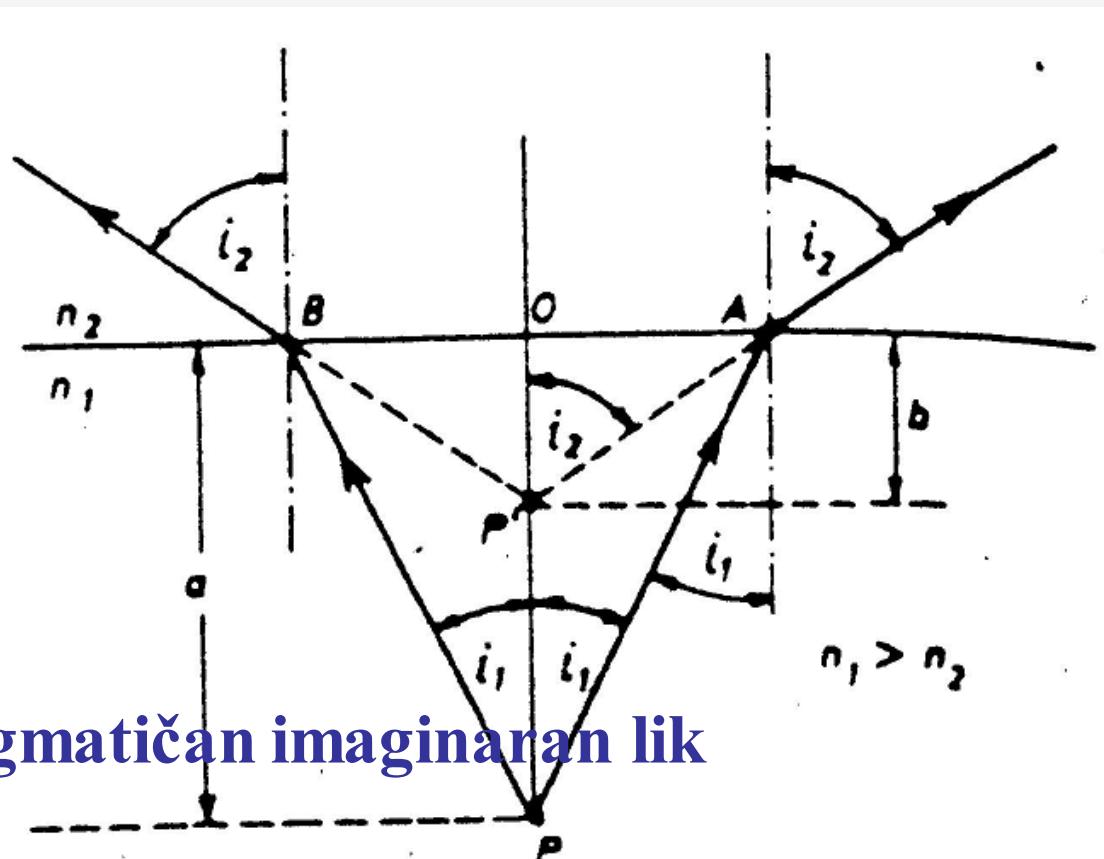
$$\frac{\cos i_2}{\cos i_1} = \sqrt{\cos^2 i_1 - n_r^2 \tan^2 i_1}$$

→ $b = b(i_1)$

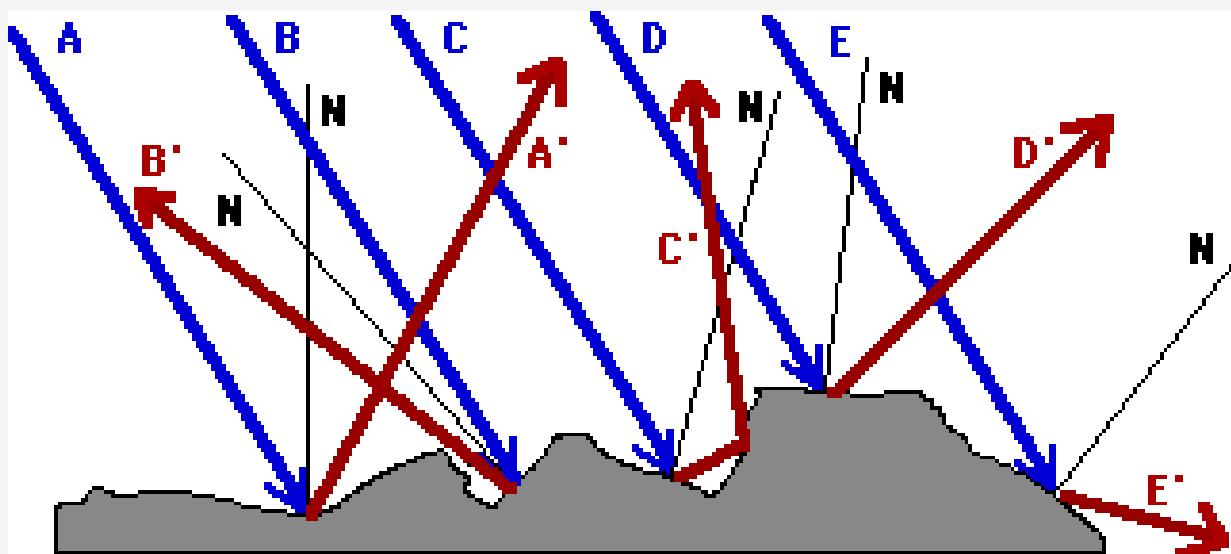
dobija se astigmatičan imaginaran lik

za malo i_1 važi

$$b = a \frac{n_2}{n_1}$$

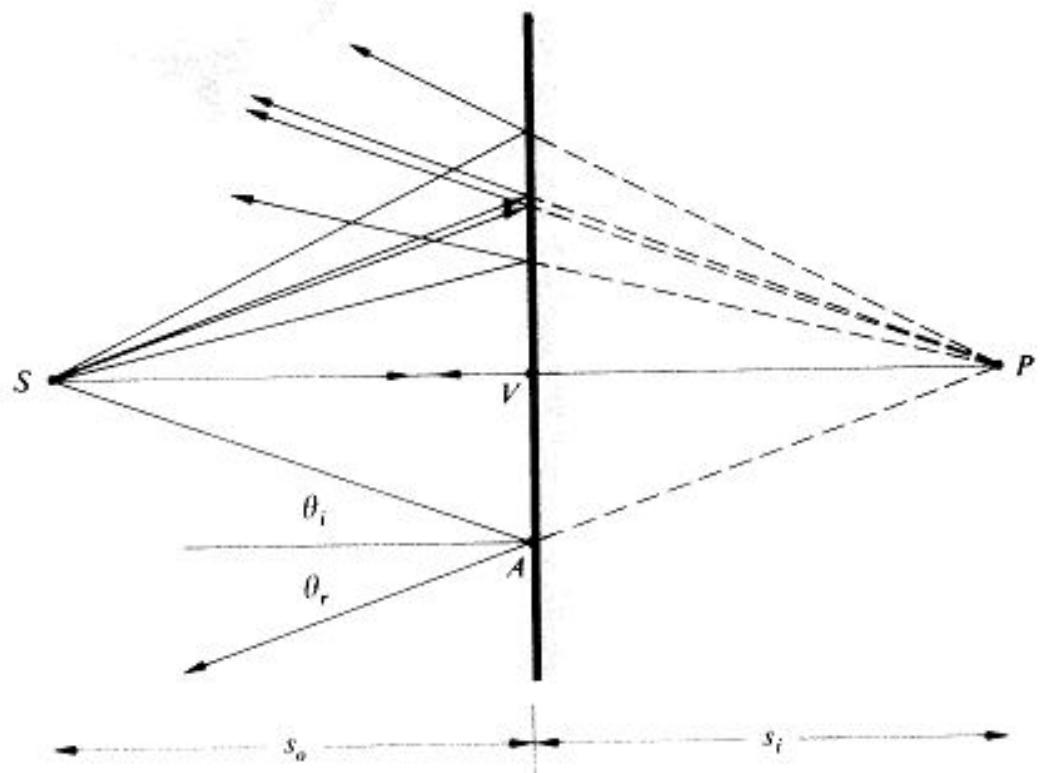


Ogledalska i difuzna refleksija

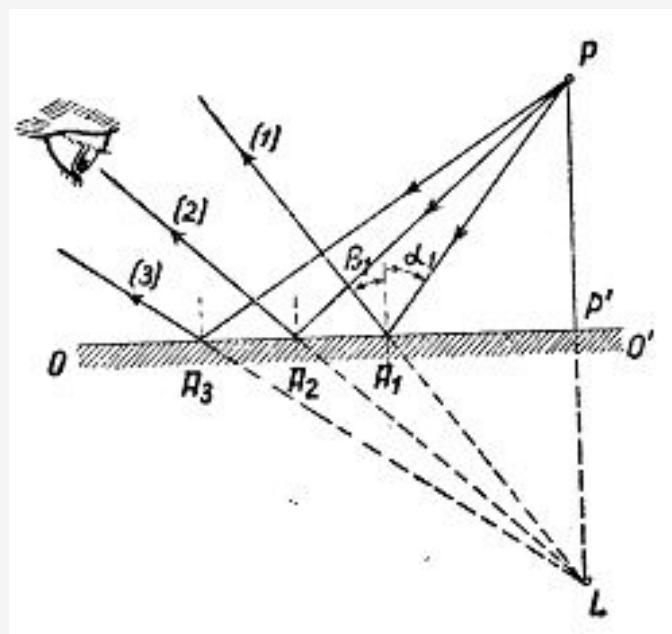


Lik tačkastog predmeta pri prelamanju na ravnoj graničnoj površini

- PRIMERI -



Hecht

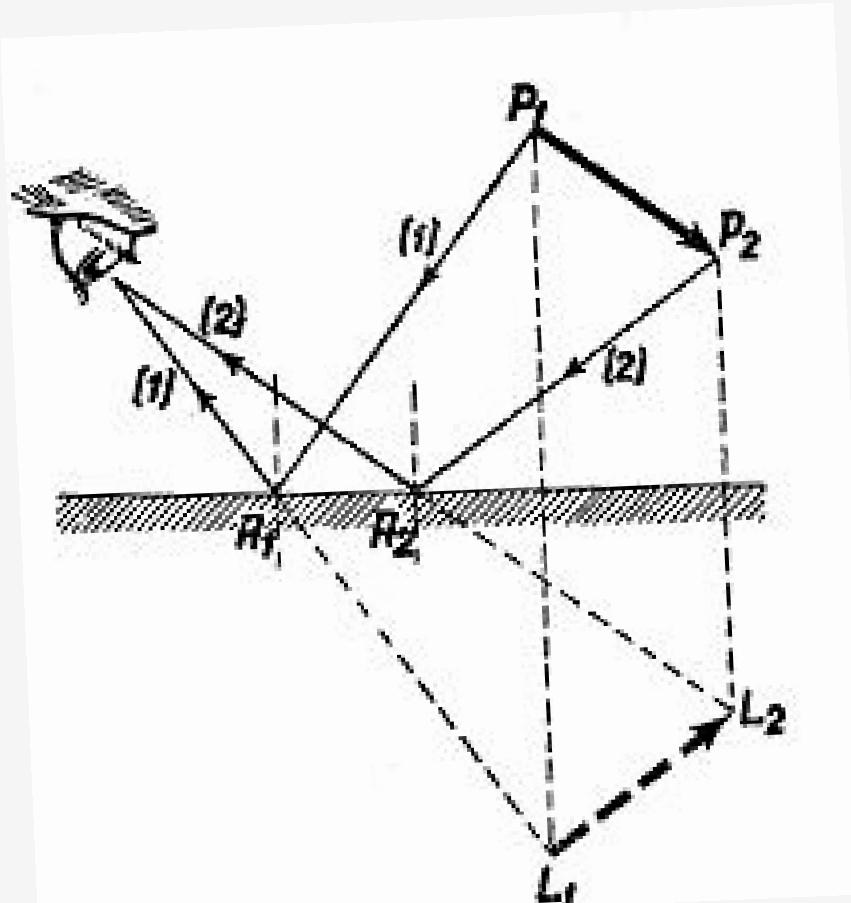


Vučić

Lik tačkastog predmeta pri prelamanju na ravnoj graničnoj površini

- PRIMERI - 2

uvodenje “netačkastog” lika - KOMENTAR



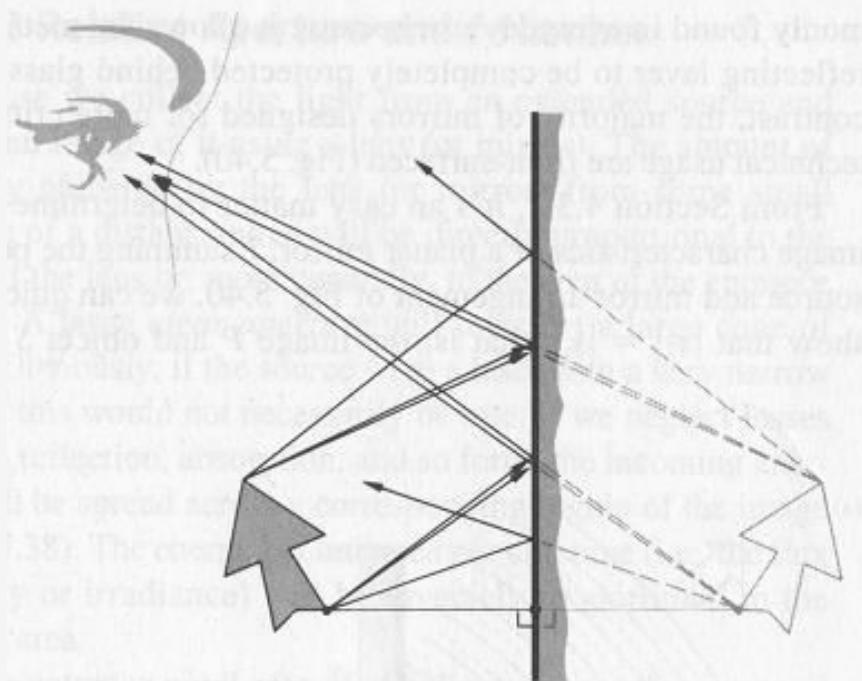
Vučić

Kako se i gde formira lik?

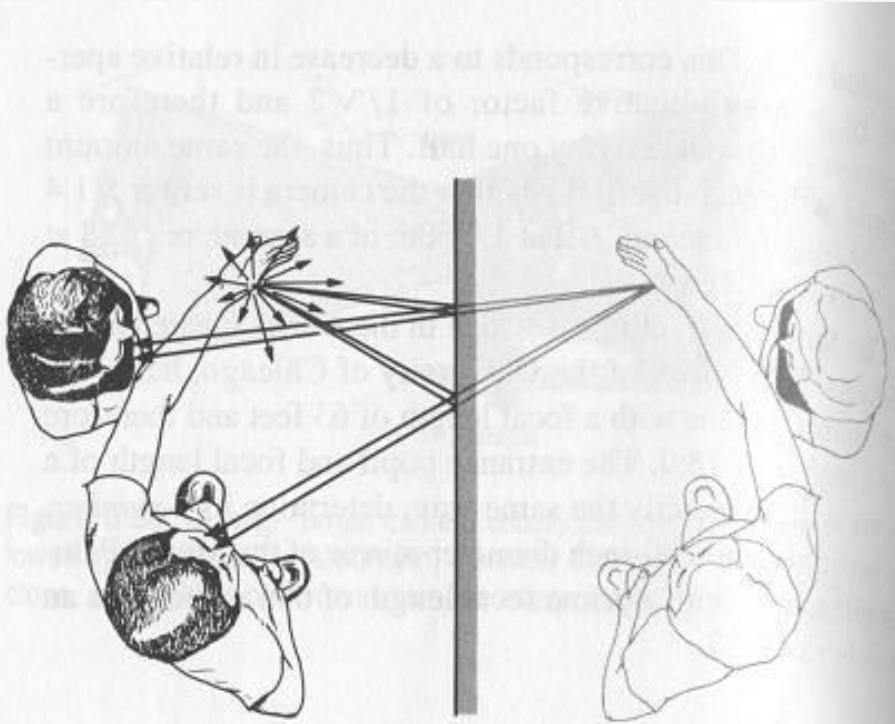
- KOMENTAR -

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni

Lik tačkastog predmeta pri prelamanju na ravnoj graničnoj površini - PRIMERI - 3



Hecht



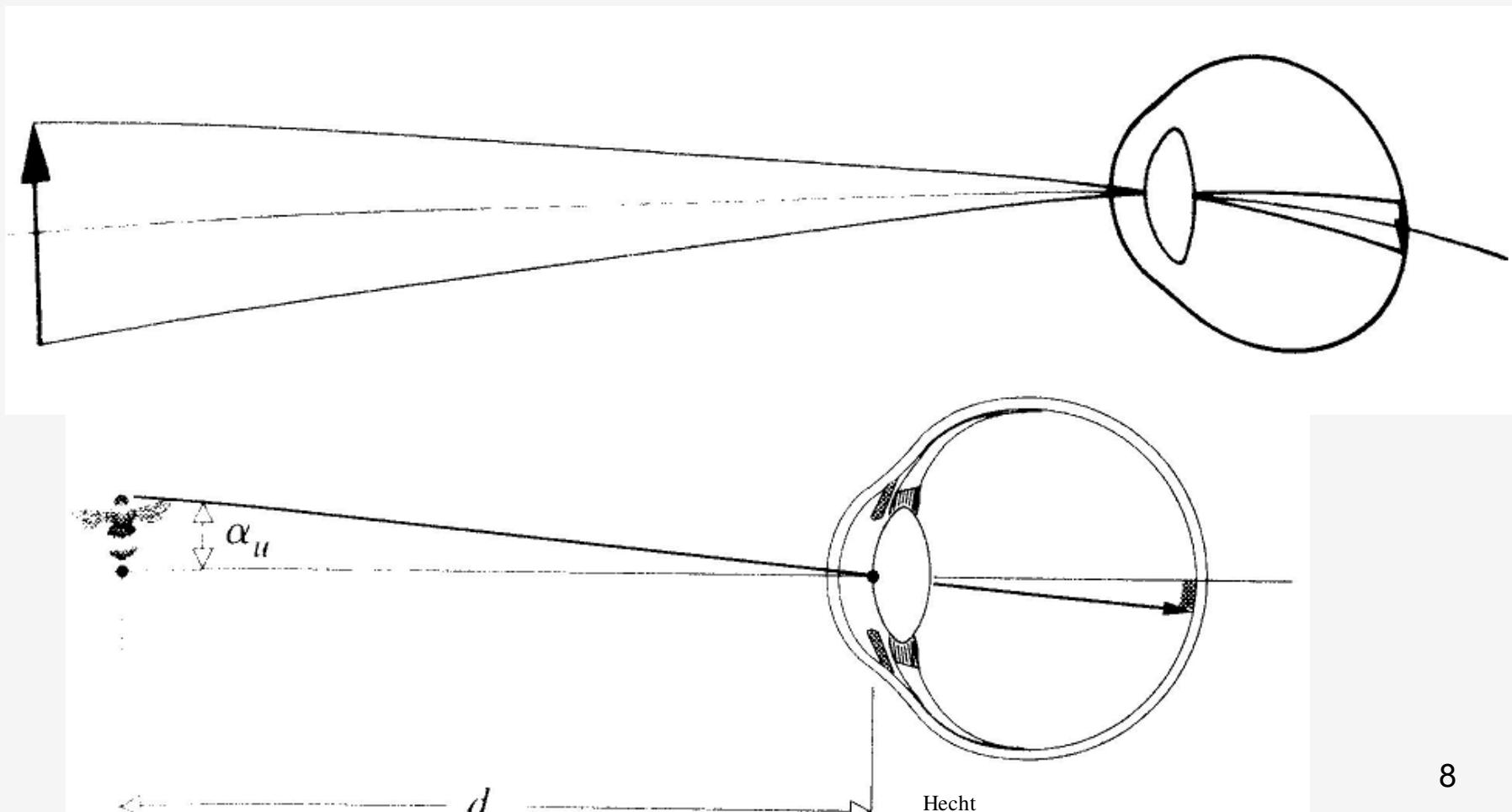
Kako se i gde formira lik?
- KOMENTAR -

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni

Lik tačkastog predmeta pri prelamanju na ravnoj graničnoj površini - PRIMERI - 4

Kako se i gde formira lik?

- KOMENTAR -



Lik tačkastog predmeta pri refleksiji na sfernim graničnim površinama

- ⇒ **sferna ogledala** su ona čija je reflektujuća površina deo sfere
- ⇒ izdubljena ogledala se nazivaju konkavnim, a ispučena konveksnim

S centar krivine

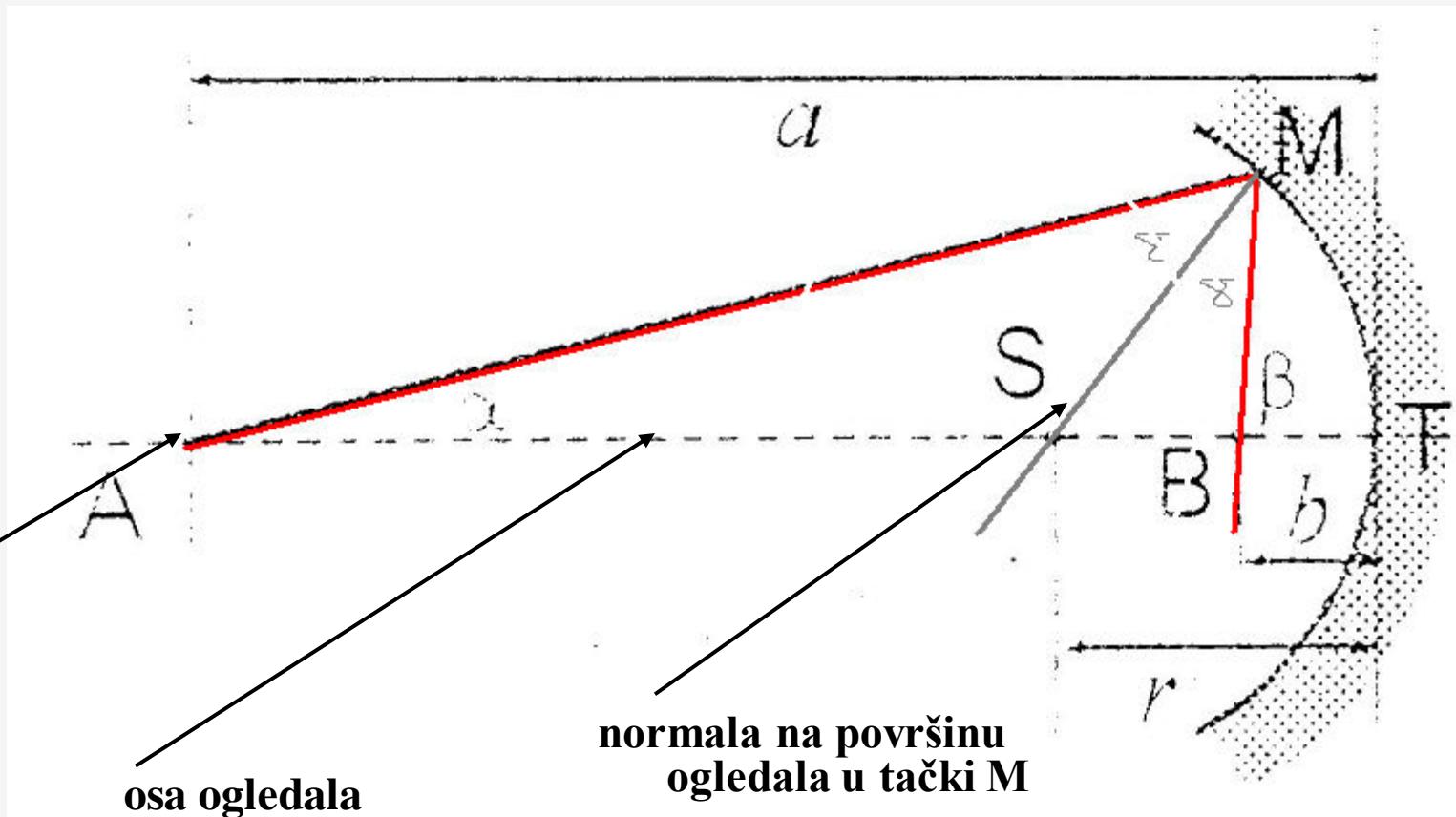
MS poluprečnik
krivine

T teme ogledala

izvor

osa ogledala

normala na površinu
ogledala u tački M



Lik tačkastog predmeta pri refleksiji na sfernim graničnim površinama 2

iz ΔASM na osnovu sinusne teoreme sledi

$$\frac{\sin \alpha}{r} = \frac{\sin \gamma}{a - r} \quad *$$

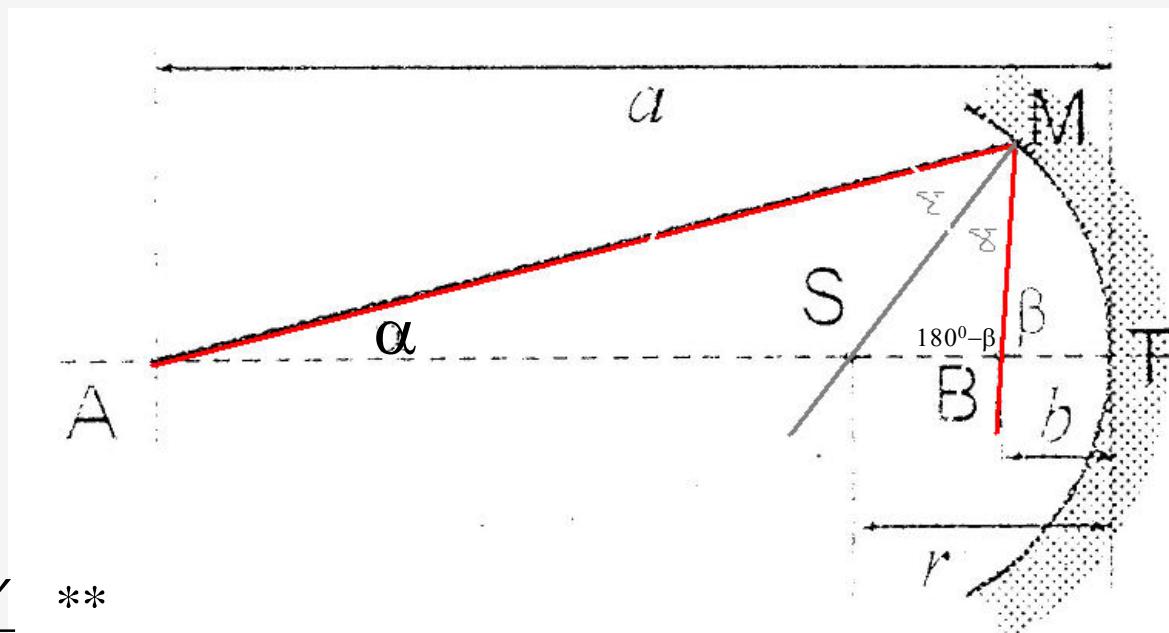
iz ΔBSM na osnovu sinusne teoreme sledi

$$\frac{\sin \beta}{r} = \frac{\sin(180^\circ - \beta)}{r} = \frac{\sin \gamma}{r - b} \quad **$$

Belić

deljenjem * i ** za MALE UGLOVE α i β se dobija (slika ne odgovara!)

$$\frac{a - r}{r - b} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} = \frac{1/b}{1/a} = \frac{a}{b} \quad \longrightarrow \quad \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$$



Lik tačkastog predmeta pri refleksiji na sfernim graničnim površinama 3

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$$

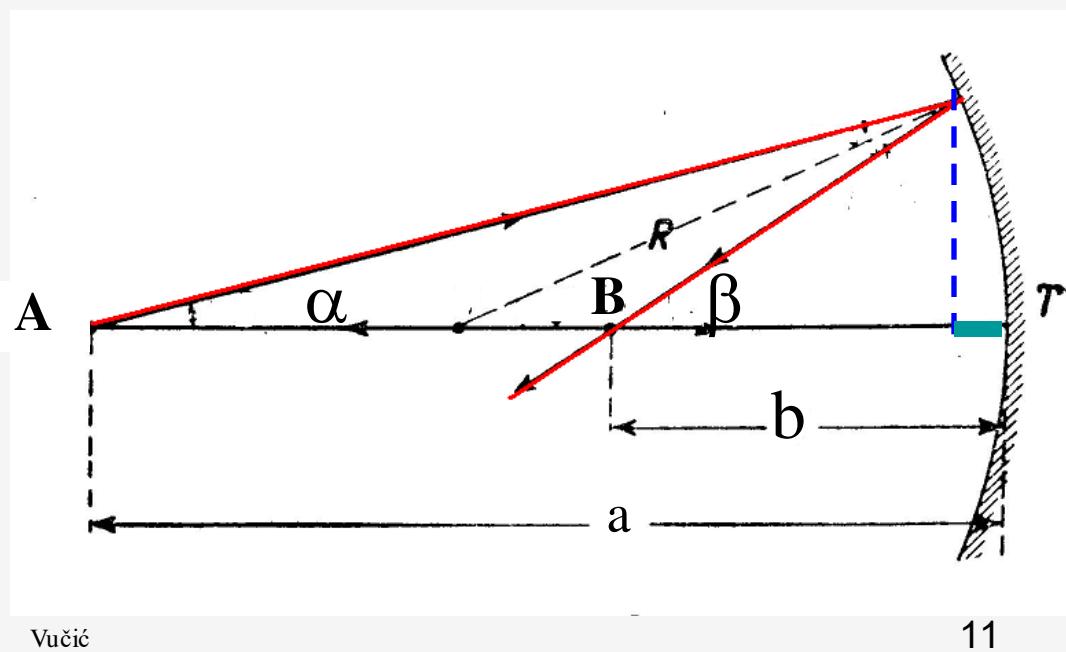
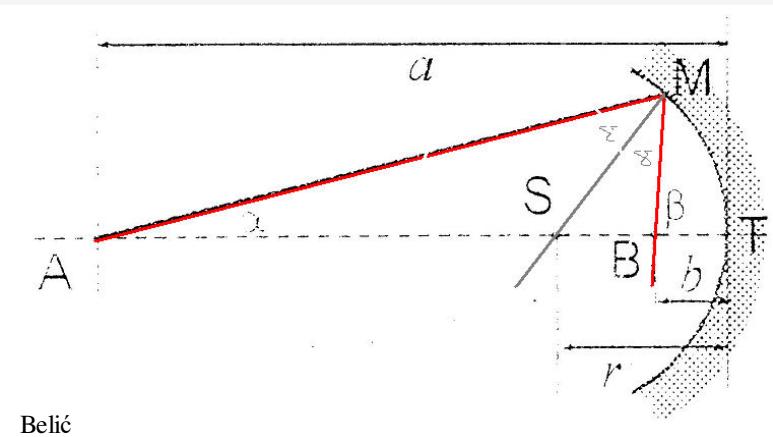
jednačina sfernog ogledala

napomena
ponekad je u literaturi definisana
kao $1/a + 1/b = -2/r$

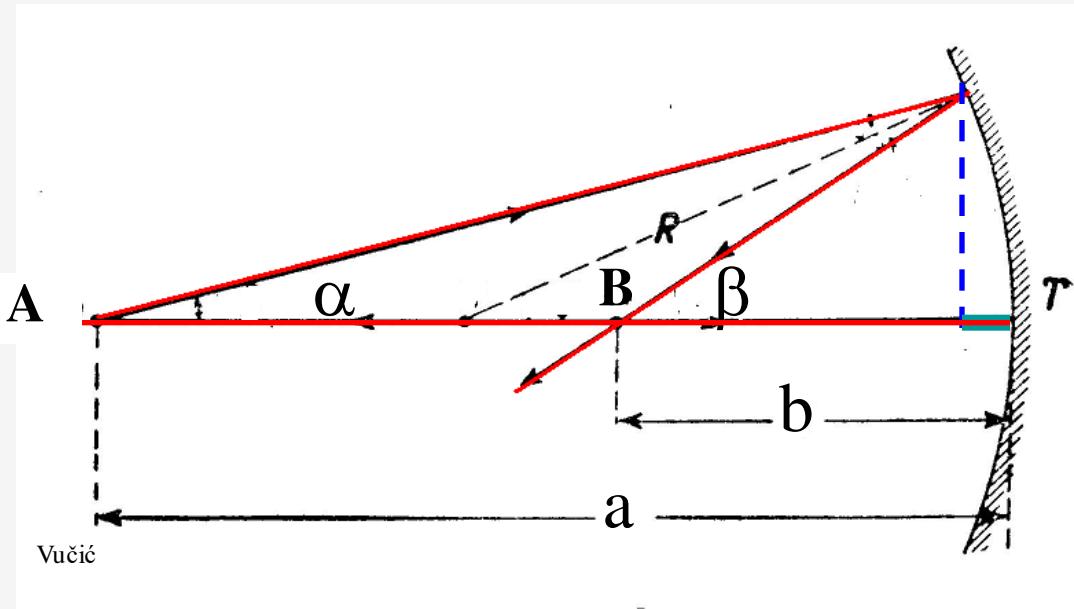
dodatno objašnjenje !

MALI UGLOVI α i β

$$\frac{\tan \beta}{\tan \alpha} = \frac{1/b}{1/a}$$



Lik tačkastog predmeta pri refleksiji na sfernim graničnim površinama 4



- ⇒ svi zraci koji izlaze iz jedne tačke na osi ogledala *pod malim uglovima* posle prelamanja prolaze kroz jednu tačku
- ⇒ ako AT teži beskonačnosti, tačka B je ŽIŽA ili FOKUS ogledala *
- ⇒ BT je ŽIŽNA DALJINA ogledala
- ⇒ dobijen lik je realan

Lik tačkastog predmeta pri refleksiji na sfernim graničnim površinama 5

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$$

ako je $a = r$ sledi da je $a = b$

ako je a beskonačno sledi da je $b = r/2$

ako je a beskonačno znači da zraci nailaze paralelno na ogledalo – definicija žiže; videti *

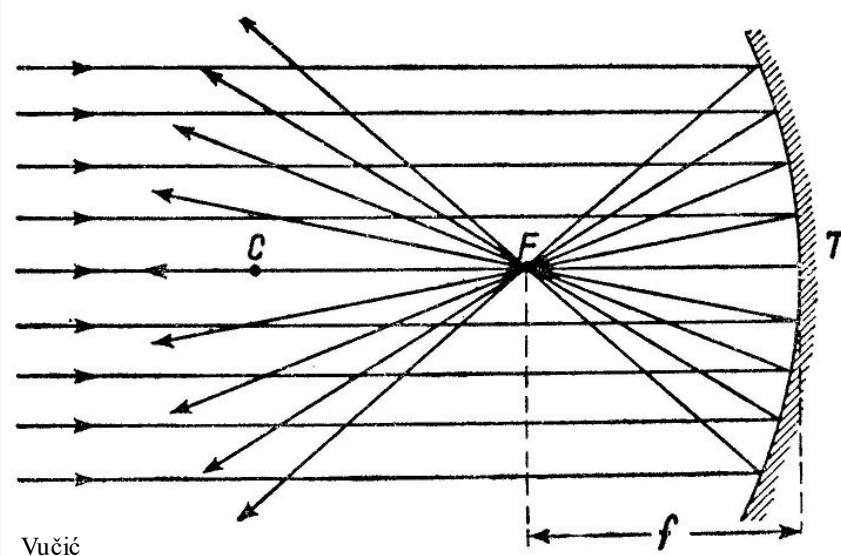
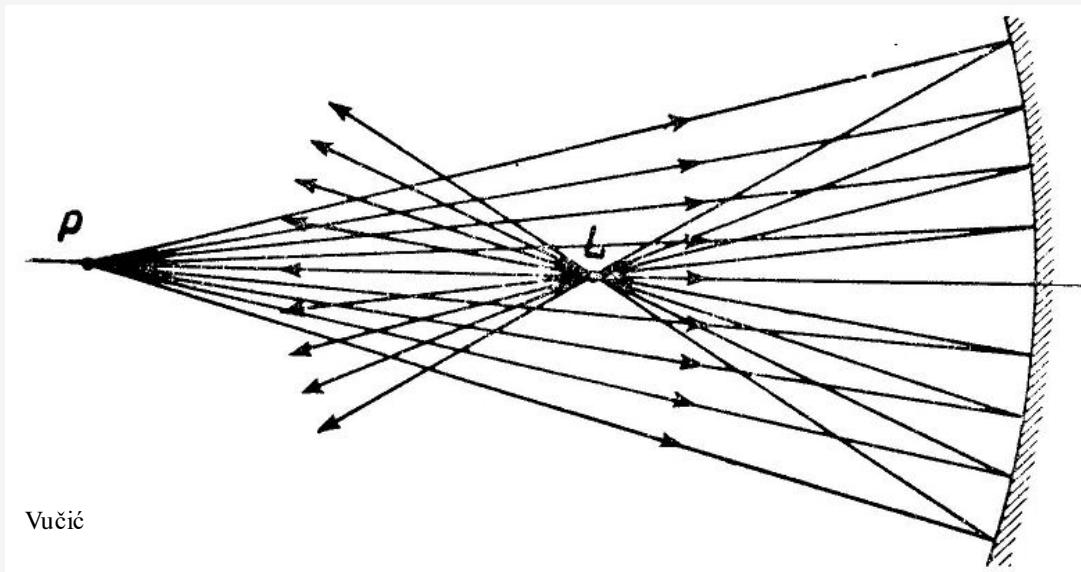
- komentar –

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{r}$$

ŽIŽNA DALJINA ogledala **poluprečnik** ogledala

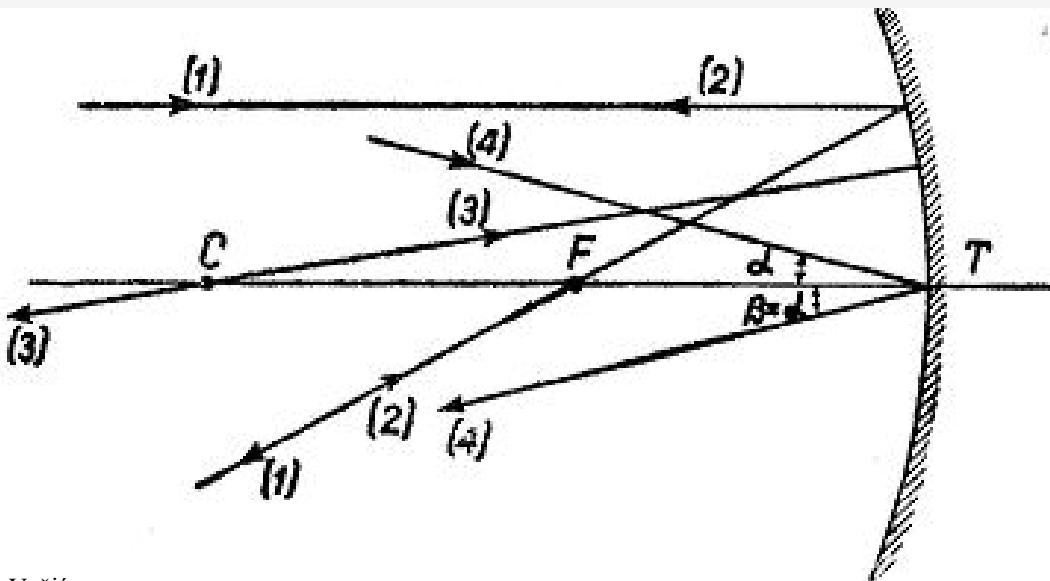
Lik tačkastog predmeta pri refleksiji na sfernim graničnim površinama 6

- KOMENTAR -



Lik tačkastog predmeta pri refleksiji na sfernim graničnim površinama 7

- KOMENTAR -



Vučić

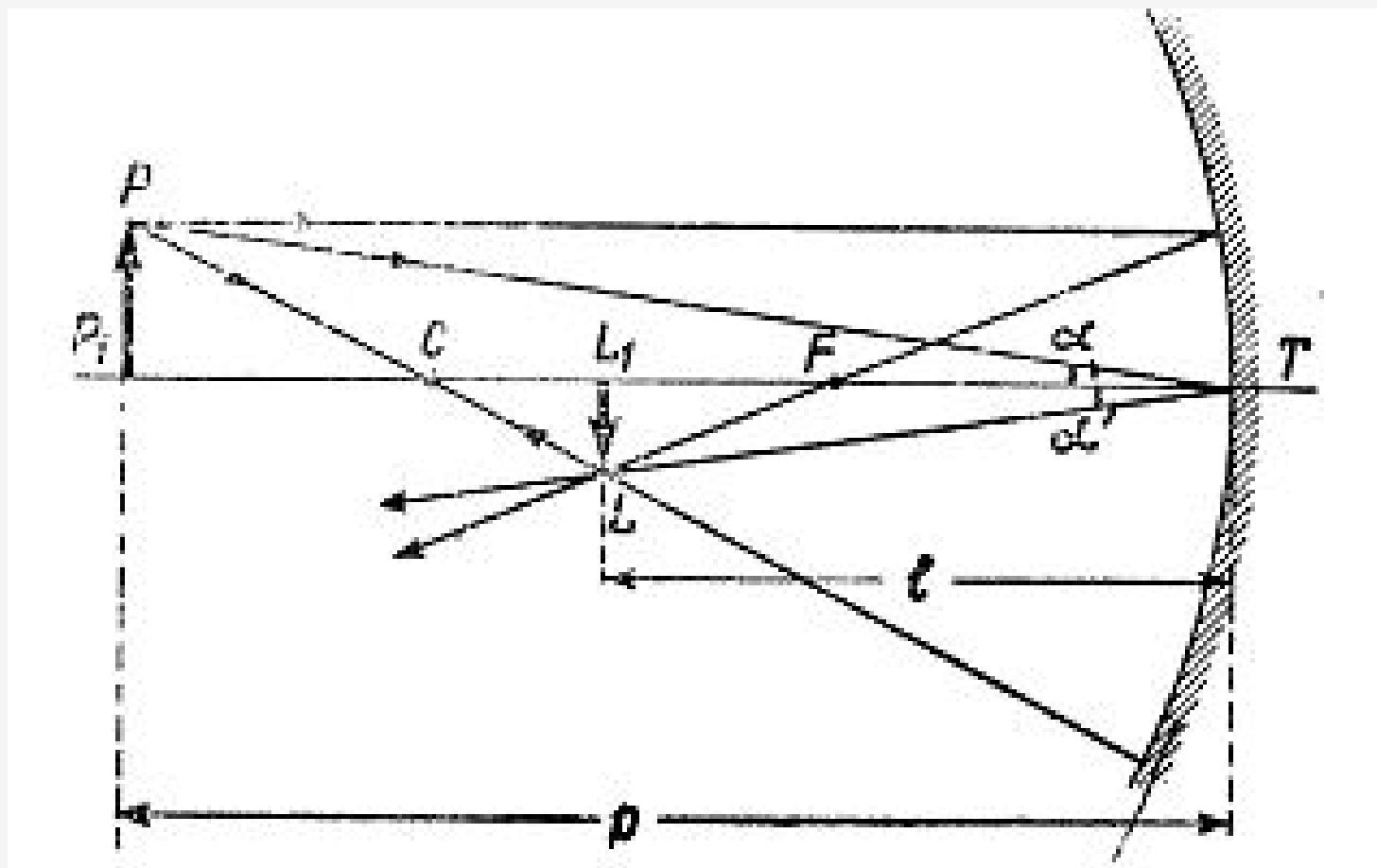
1. Zrak (1) koji od predmeta nailazi paralelno osi izdubljenog ogledala i odbija se kroz žižu F .

2. Zrak (2) koji od predmeta prolazi kroz žižu i odbija se paralelno osi ogledala.

3. Zrak (3) koji nailazi od predmeta kroz centar krivine, i odbija se natrag u istom pravcu.

4. Zrak (4) koji nađe na teme ogledala i odbija pod jednakim uglom na drugoj strani od ose.

Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernom ogledalu Konkavna ogledala



Vučić

Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernom ogledalu 2

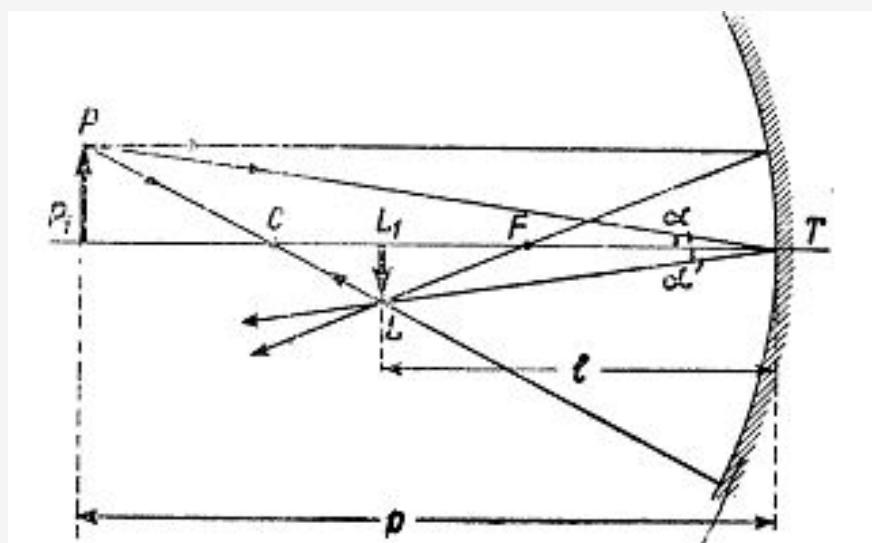
Konkavna ogledala 2

- postoji tri osnovna moguća slučaja lik je

1. $p > R$ **realan, umanjen, izvrnut**

2. $f < p < R$ **realan, uvećan, izvrnut**

3. $p < f$ **imaginaran, uvećan, uspravan**



Vučić

Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernom ogledalu 3

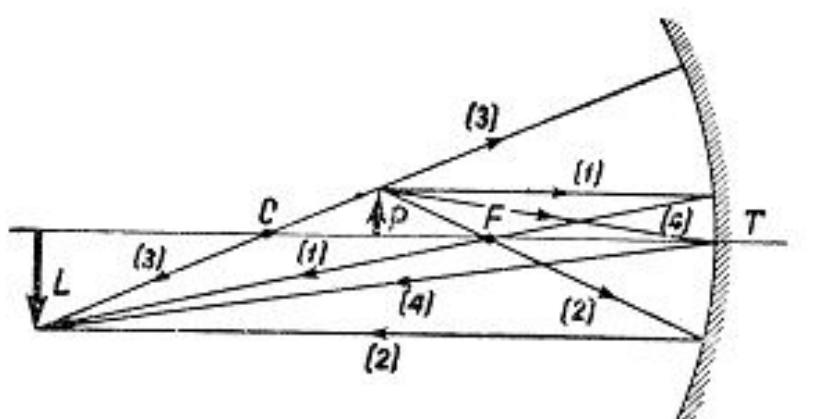
Konkavna ogledala 3

- postoji tri osnovna moguća slučaja lik je

1. $p > R$ realan, umanjen, izvrnut

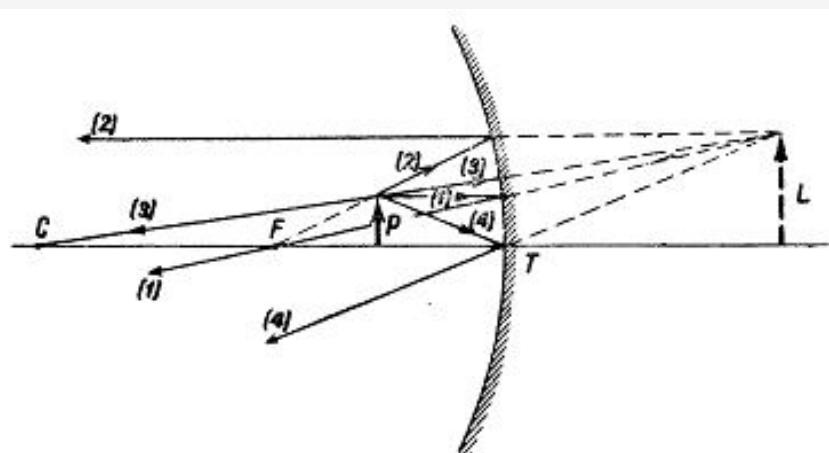
2. $f < p < R$ realan, uvećan, izvrnut

3. $p < f$ imaginaran, uvećan, uspravan



Vučić

2.



Vučić

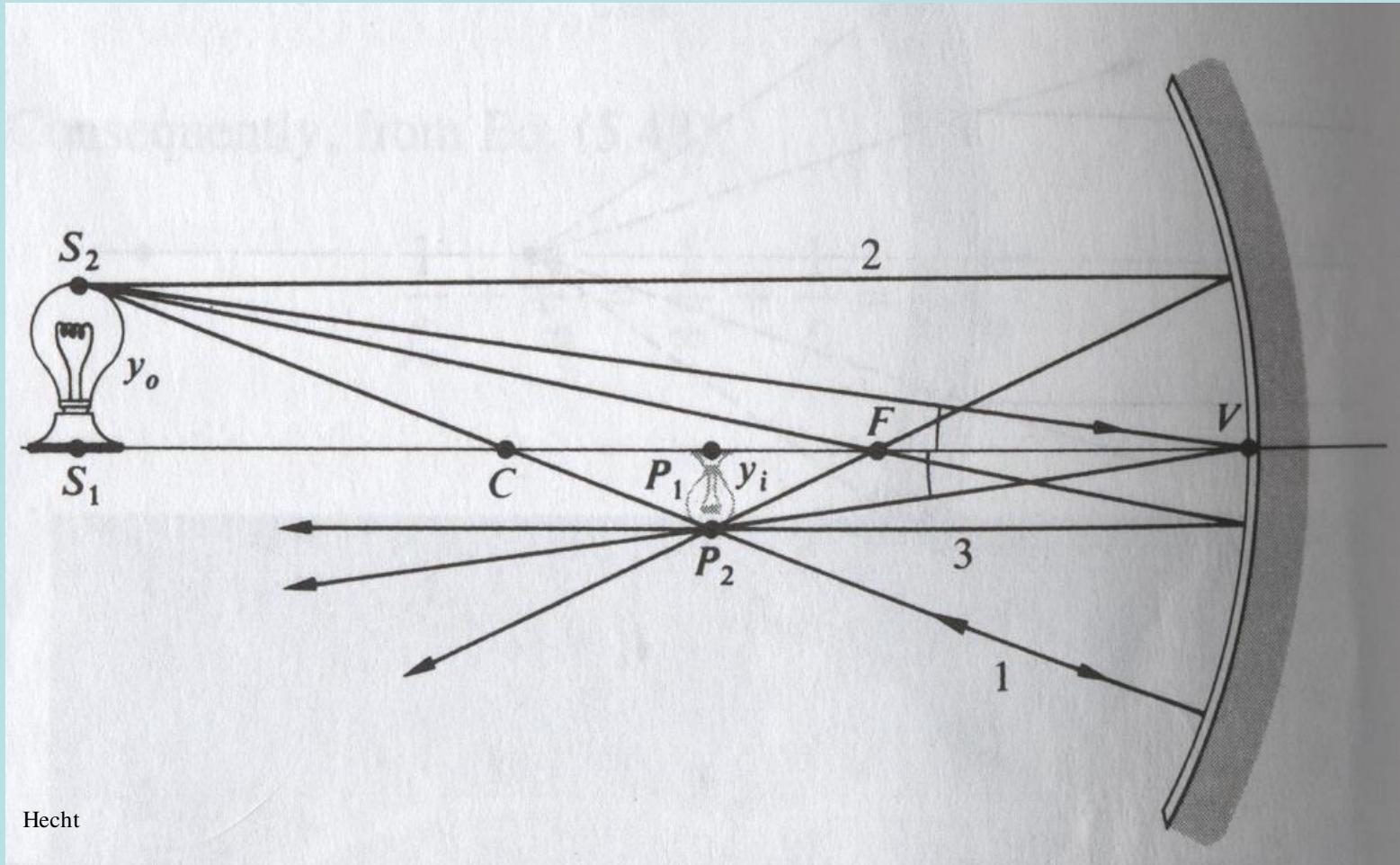
3.

Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernem ogledalu 4

Konkavna ogledala 4

primer

- KOMENTAR -

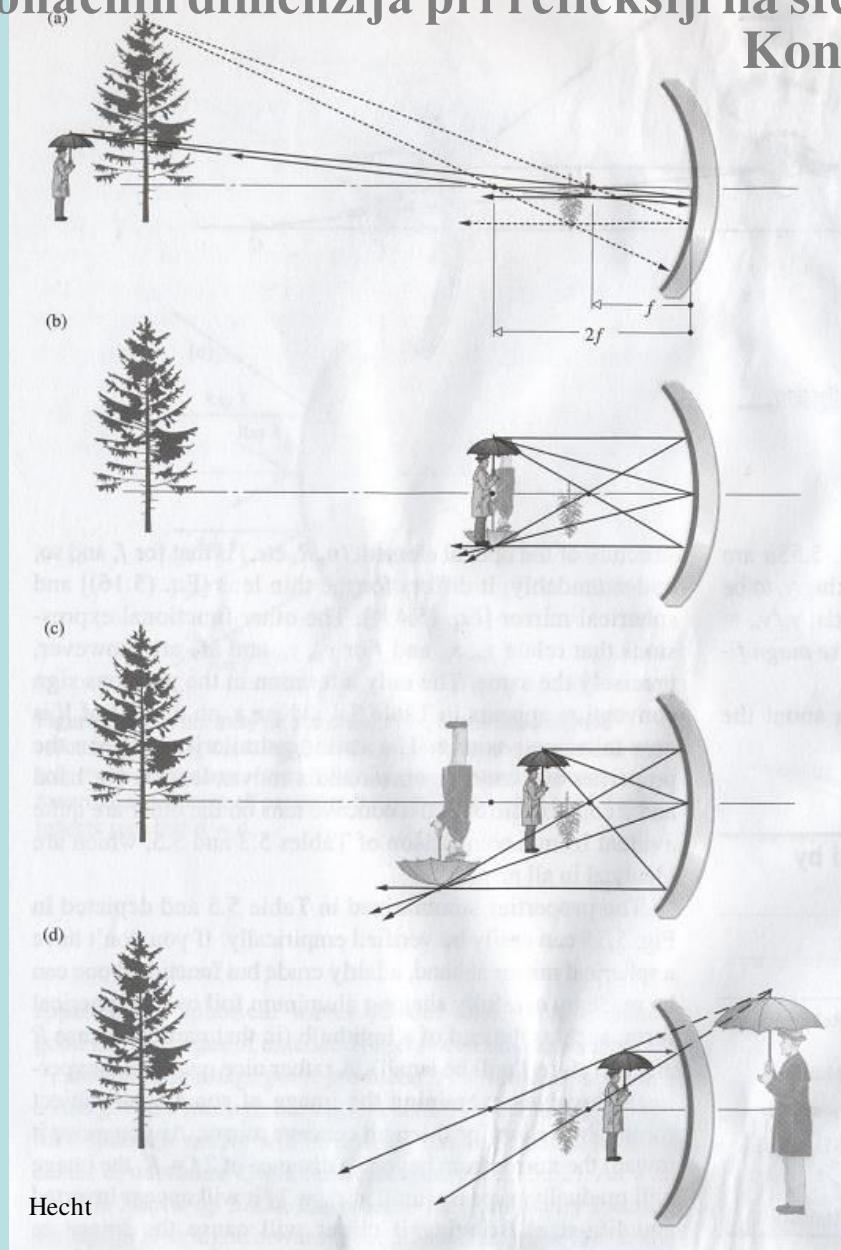


Hecht

Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernem ogledalu 5 Konkavna ogledala 5

primer

- KOMENTAR -



Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernem ogledalu 6

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$$



$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{2}{r}$$

za SVA ogledala važi

realan predmet

imaginaran predmet p < 0

realan lik **I > 0**

imaginarni lik $l < 0$

konveksno ogledalo $r > 0$ i $f > 0$

konkavno ogledalo $r < 0$ i $f < 0$

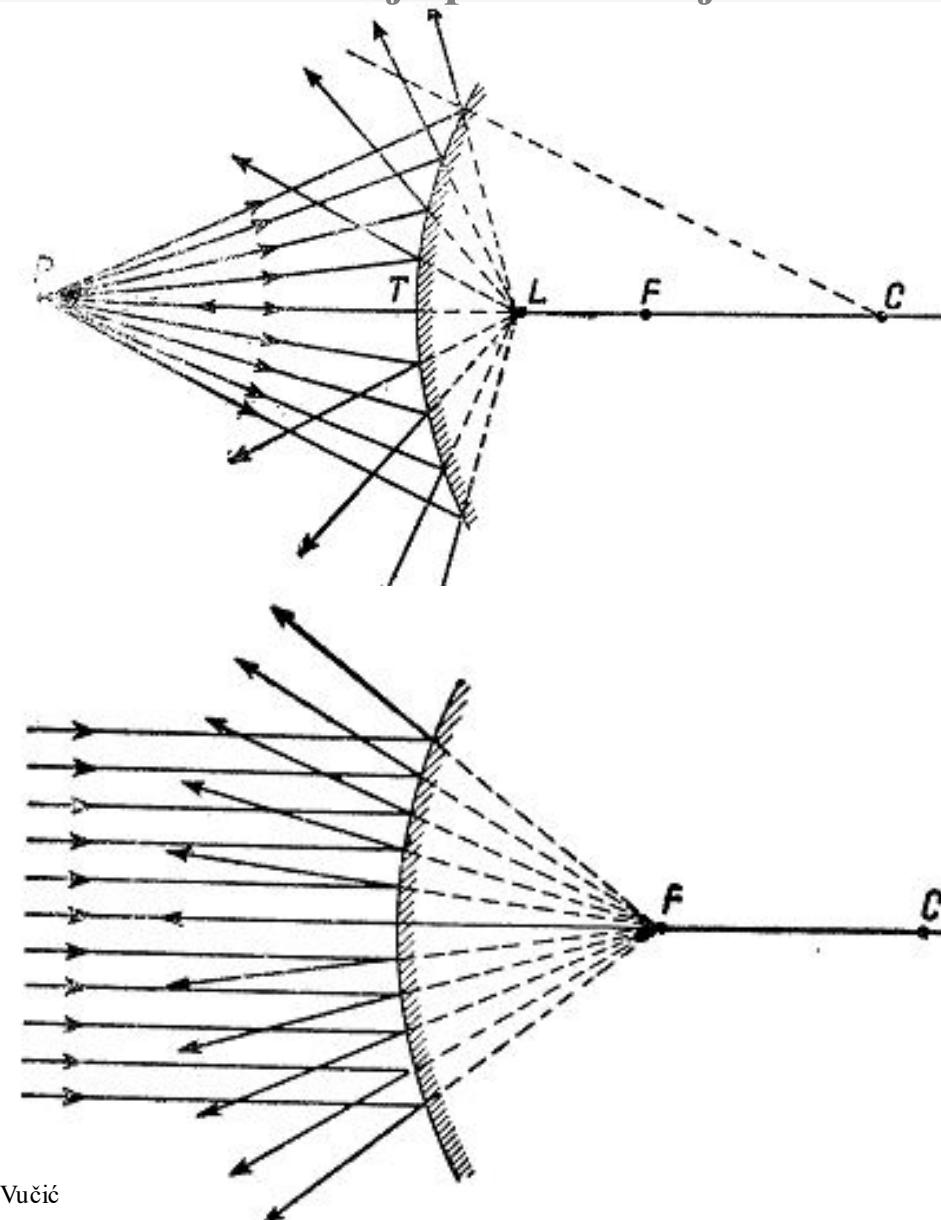
veličina lika/veličina predmeta = rastojanje lika od temena ogledala/ rastojanje predmeta od temena ogledala

Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernem ogledalu 7

Konveksna ogledala

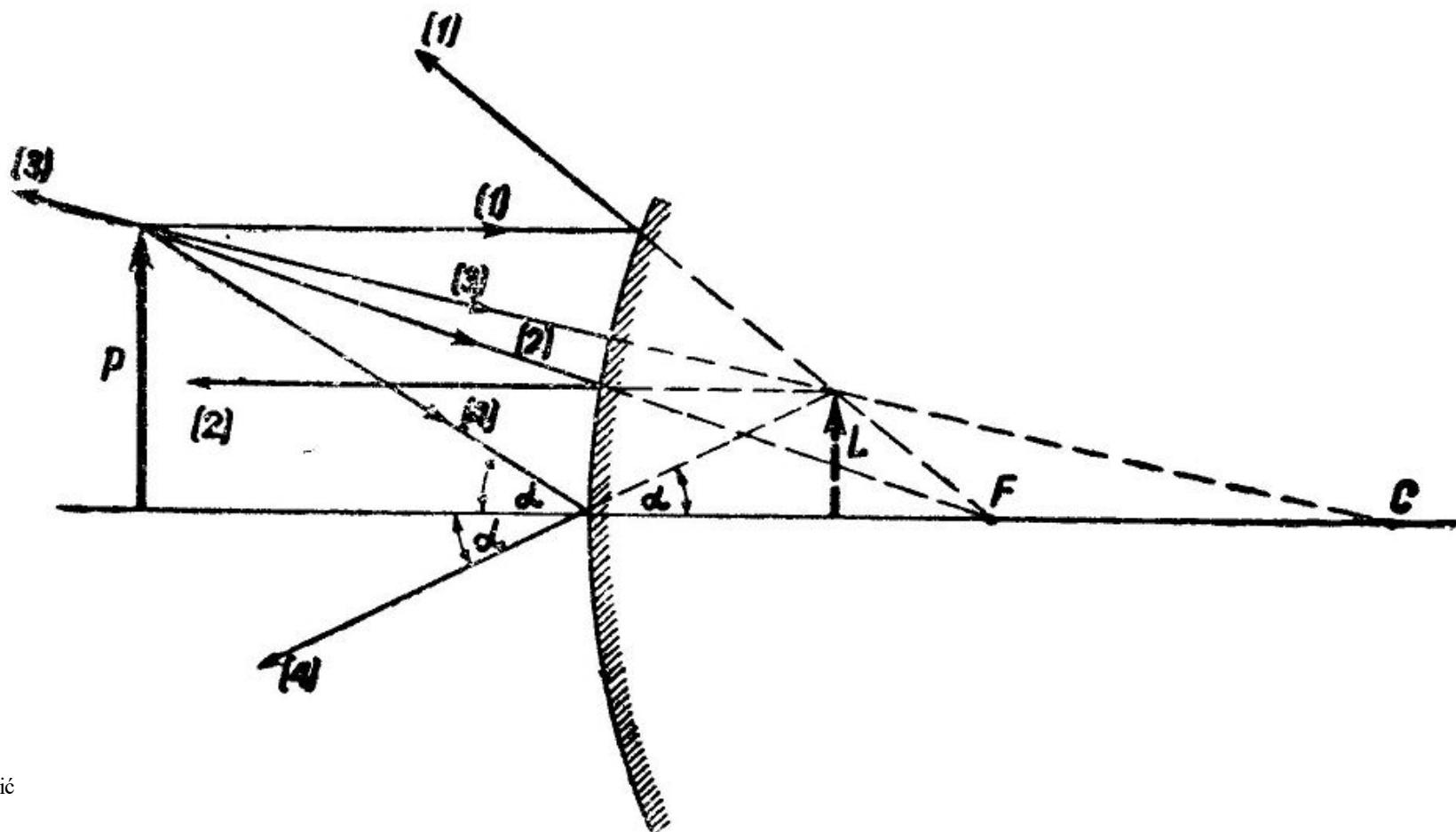
⇒ lik je UVEK virtualan

- KOMENTAR -

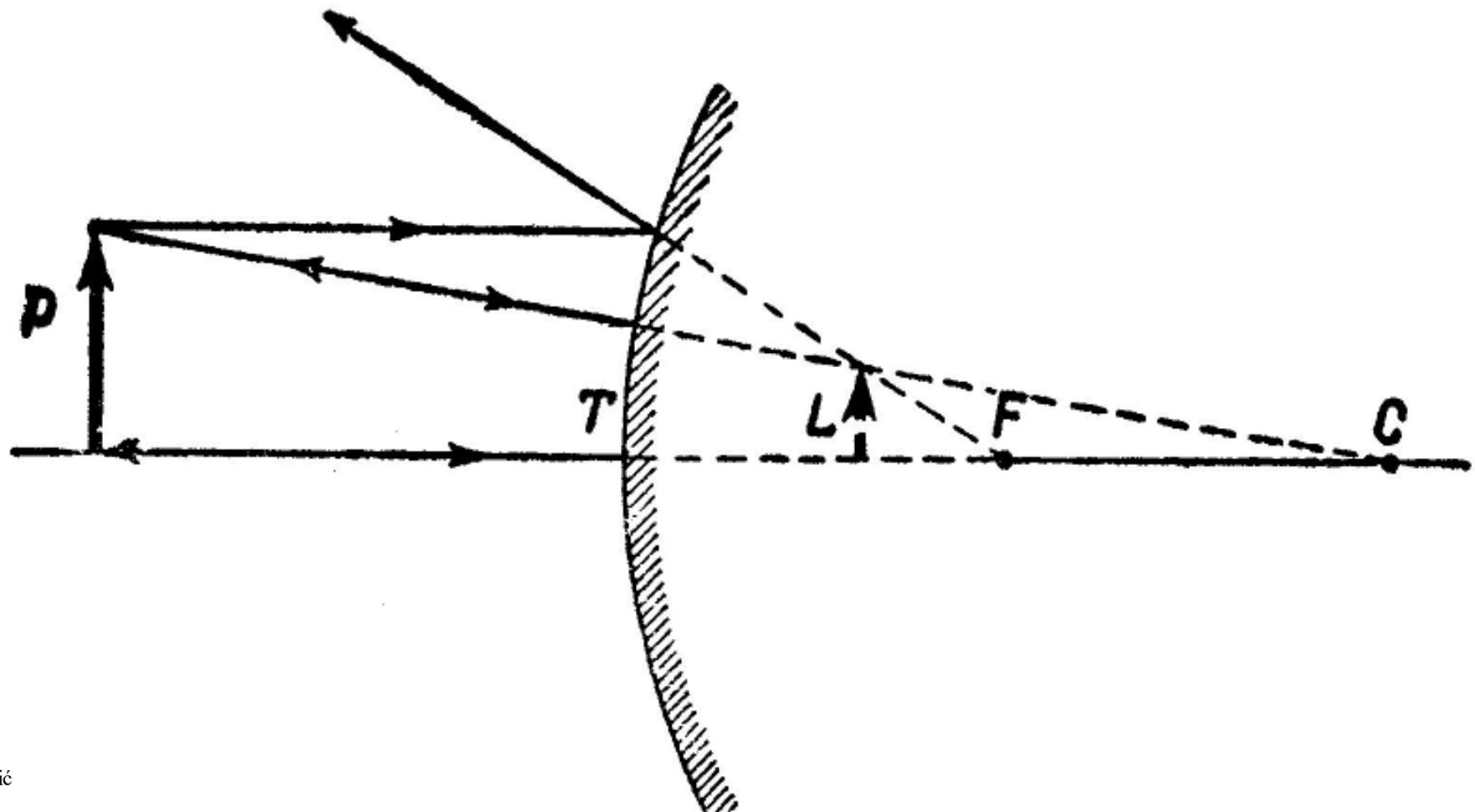


Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernom ogledalu 8
Konveksna ogledala 2

⇒ lik je UVEK virtualan



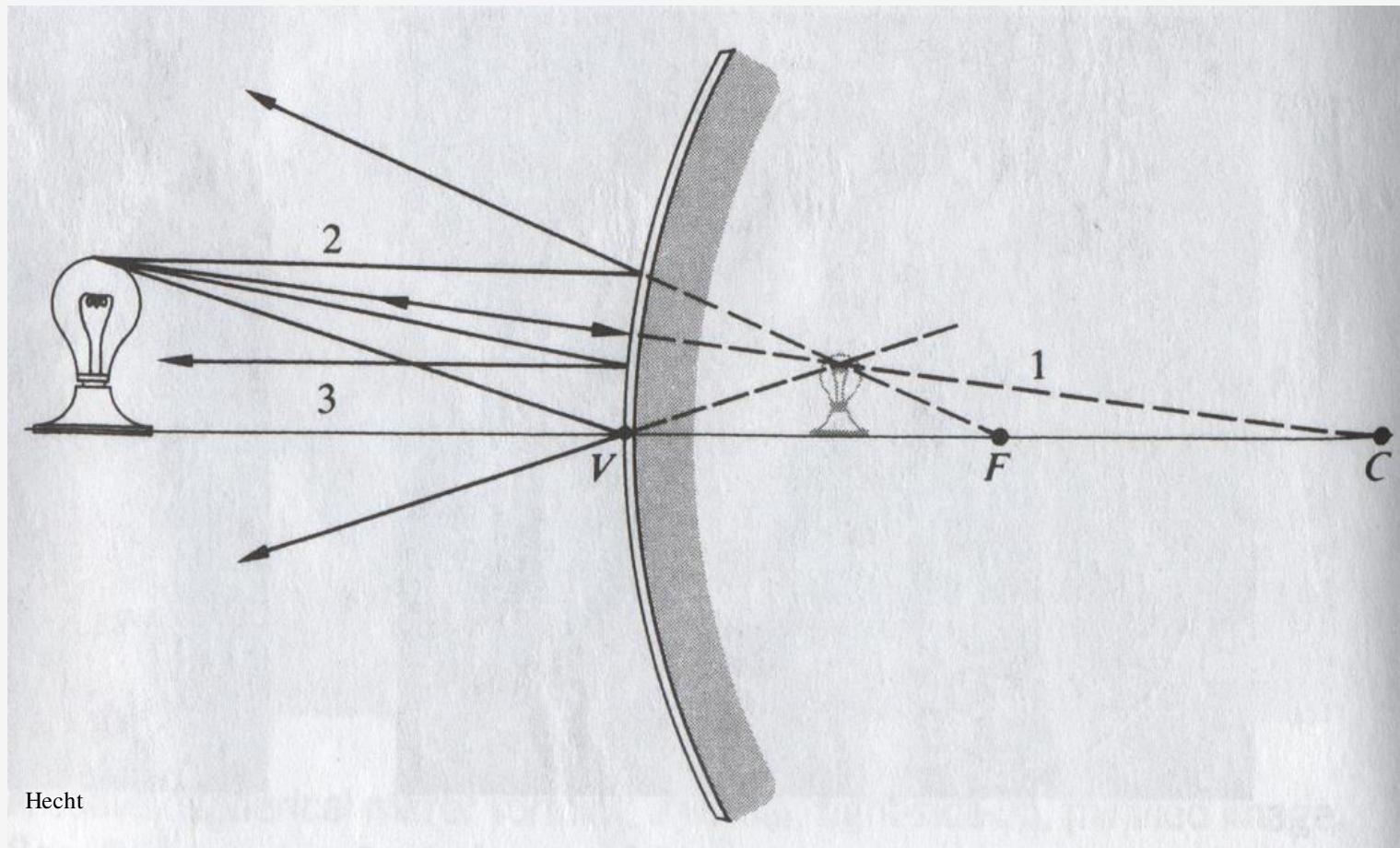
Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernom ogledalu 9 Konveksna ogledala 3



Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernom ogledalu 10
Konveksna ogledala 4

primer

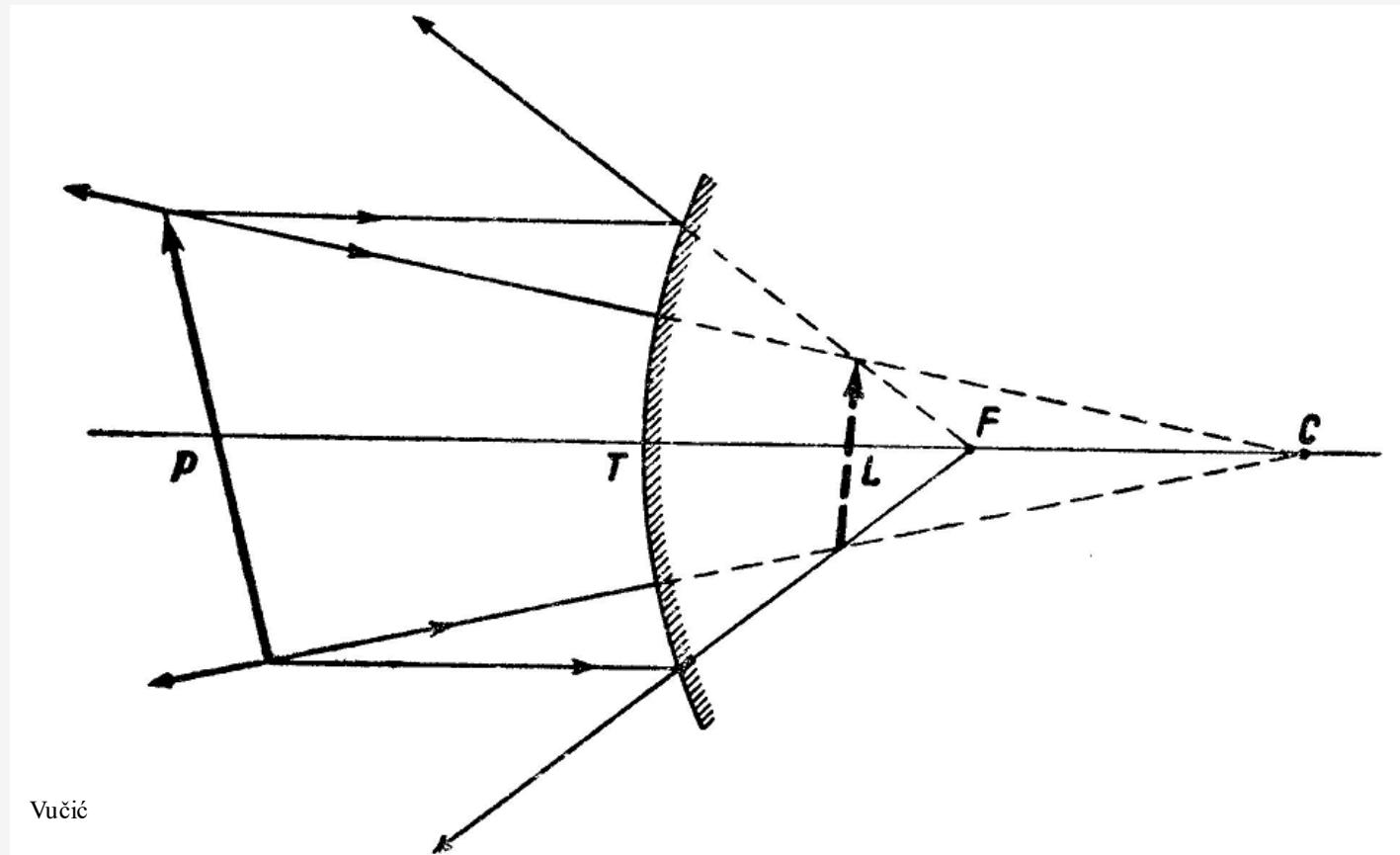
- KOMENTAR -



Hecht

Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernem ogledalu 11 Konveksna ogledala 5

⇒ slučaj kada predmet nije normalan na osu ogledala



Vučić

Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernem ogledalu 12

Table 5.5 Images of Real Objects Formed by Spherical Mirrors

Concave				
Object	Image			
Location	Type	Location	Orientation	Relative Size
$\infty > p > 2f$	Real	$f < q < 2f$	Inverted	Minified
$ p = 2f$	Real	$ q = 2f$	Inverted	Same size
$f < p < 2f$	Real	$\infty > q > 2f$	Inverted	Magnified
$ p = f$		$\pm\infty$		
$ p < f$	Virtual	$ q > p $	Erect	Magnified

Convex				
Object	Image			
Location	Type	Location	Orientation	Relative Size
Anywhere	Virtual	$ q < f $, $ p > q $	Erect	Minified

Hecht

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni

Lik predmeta konačnih dimenzija pri refleksiji na sfernom ogledalu 13

Kakvo ogledalo je
na slici ?



Jan van Eyck (1390-1441)

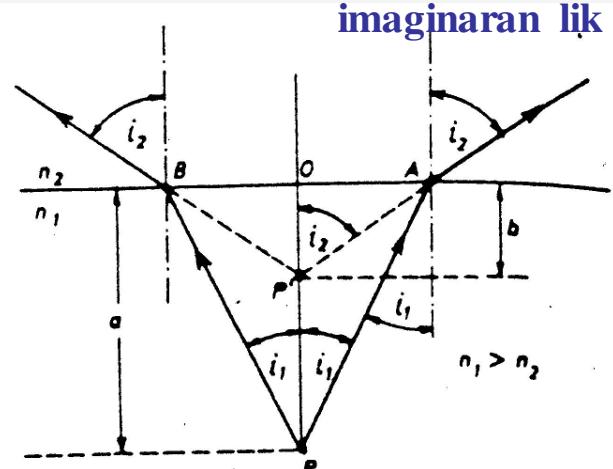
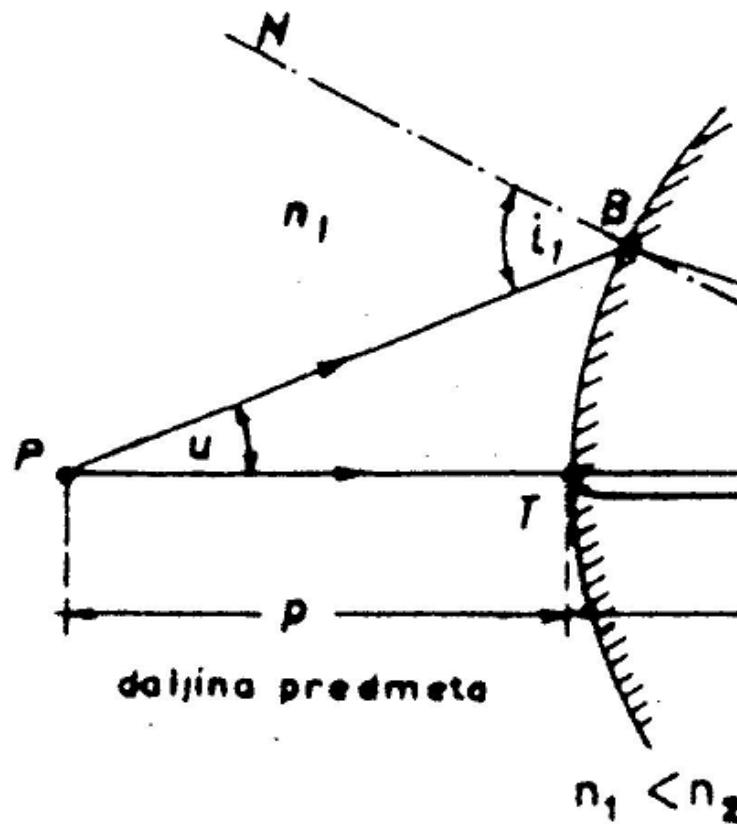
Giovanni Arnolfini i njegova supruga



Prelamanje na sfernim graničnim površinama

dobija se astigmatičan imaginarni lik

⇒ likovi su *stigmatični samo za male upadne uglove*



Prelamanje na sfernim graničnim površinama

dobija se astigmatičan imaginarni lik

⇒ likovi su *stigmatični samo za male upadne uglove*

iz ΔPBC na osnovu sinusne teoreme sledi

$$\frac{\sin i_1}{\sin u} = \frac{R + p}{R} *$$

iz ΔPBC na osnovu sinusne teoreme sledi

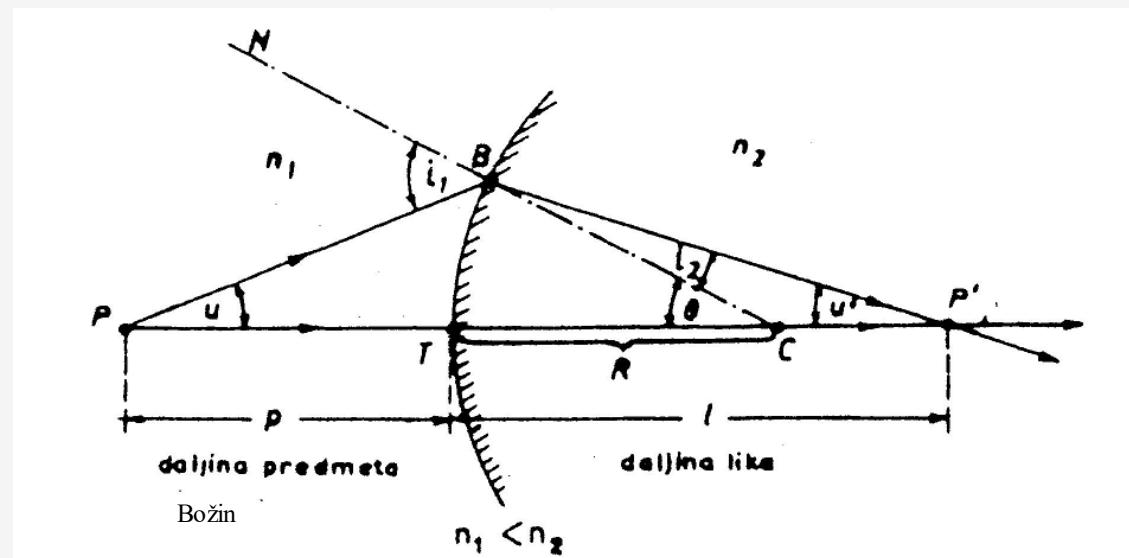
$$\frac{\sin i_2}{\sin u'} = \frac{l - R}{R} **$$

korišćenjem zakona prelamanja se dobija

$$l = R + (p + R) \frac{\sin u}{\sin u'} \frac{n_1}{n_2}$$

dobijeni tačkasti lik je astigmatičan

Pojam SFERNE ABERACIJE - komentar-



Prelamanje na sfernim graničnim površinama

dobija se astigmatičan imaginarni lik

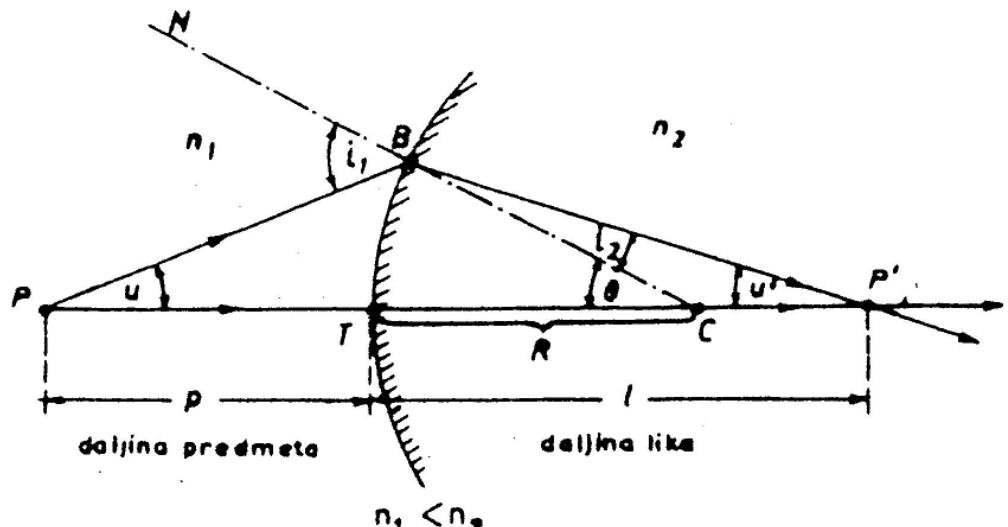
Aproksimacija za paraksijalne zrake

- ⇒ ako je ugao u mali, tada su i uglovi u' , i_1 i i_2 takođe mali
- ⇒ tada se sunusne funkcije mogu u^* i i^{**} zameniti odgovarajućim uglovima

$$\frac{i_1}{u} = \frac{R + p}{R}$$

$$\frac{i_2}{u'} = \frac{l - R}{R}$$

$$n_1 i_1 \approx n_2 i_2$$



- ⇒ posto je $u = i_1 + \theta$ i $\theta = i_2 + u'$ sledi da je $i_1 = u + u + u_2$

$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{l} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

- ⇒ paraksijalni zraci se seku u jednoj tački

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni

Prelamanje na sfernim graničnim površinama 2

- ⇒ paraksijalni zraci se seku u jednoj tački
 - dodatni komentar -
- ⇒ koristi se sledeća konvencija

a) sva rastojanja mere se duž optičke ose *od* granične površine *ka* posmatranoj tački;

→ b) daljina predmeta je pozitivna ako je smer svetlosti koja od njega dolazi na površinu suprotan smeru površina → predmet;

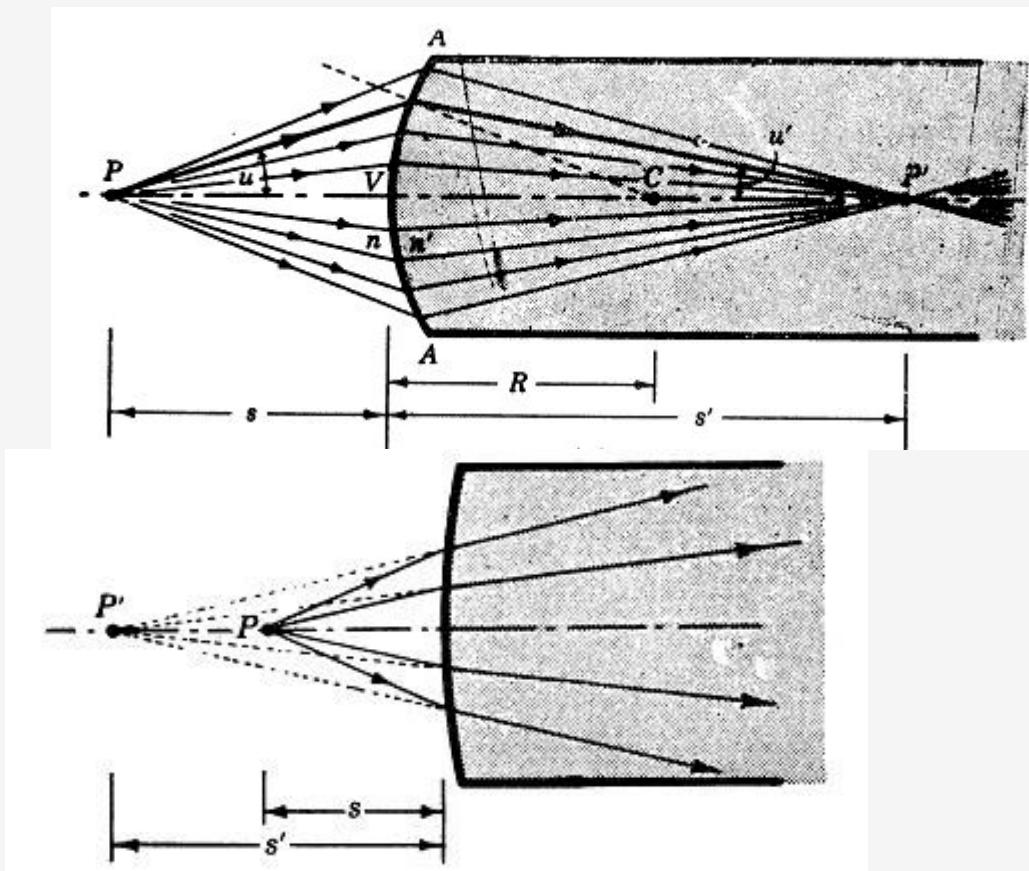
→ c) daljina lika je pozitivna ako se smer svetlosti koja dolazi u tačku gde je lik poklapa sa smerom površina → lik;

d) radijus sfere je pozitivan ako je smer svetlosti isti kao smer površina → centar sfere;

e) poprečna dimenzija predmeta ili lika je pozitivna ako se oni nalaze iznad ose.

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni
Prelamanje na sfernim graničnim površinama 3

- ⇒ zraci koji DIVERGIRAJU iz tačkastog izvora posle prelamanja kroz graničnu površinu mogu da DIVERGIRAJU ili KONVERGIRAJU, što zavisi od poluprečnika krivine granične površi i indeksa prelamanja obe sredine



Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni
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 žižr i optočkog centra krivine prelomne granične površine
- ⇒ Iz $p=f_1$ i l teži beskonačnosti se dobija

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

Geometrijska optika – svetlost i optički fenomeni
Prelamanje na sfernim graničnim površinama 4
Žiže i žižne daljine 2

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

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