

Svetlosne pojave

8. razred

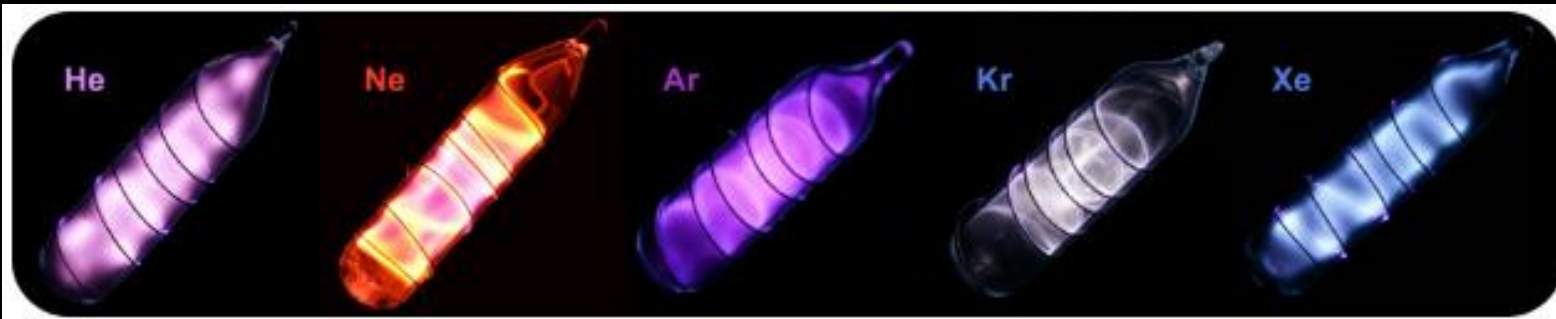
O svetlosti

Svetlost je deo spektra elektromagnetnog zračenja (oblik energije).

Svetlosni izvori su tela koja emituju svetlost. Razlikujemo **prirodne** (poput Sunca i drugih zvezda) i **veštačke** izvore svetlosti (kao što su sijalice, plamen...). Glavni izvor svetlosti na Zemlji je Sunce.



- Svetlosni izvori mogu da se podele i na **toplotne** i **hladne**, u zavisnosti od samog mehanizma emisije svetlosti.
- **Toplotni (termički)** izvori poput usijanih metala ili Sunca emituju svetlost različite boje u zavisnosti od vrste supstancije i od njihove temperature.
- **Hladni** izvori svetlosti emituju svetlost koristeći druge mehanizme kao što je luminiscencija ili tinjavo pražnjenje.



- Svetlosni izvori osvetljavaju tela u okolini i omogućavaju da ona budu vidljiva. Možemo da vidimo nebeska tela koja emituju svetlost (Sunce) i tela koja **odbijaju** svetlost (npr. Mesec, Venera...). Sve što vidimo u našem okruženju ili emituje ili odbija svetlost.
- Tela mogu i da **apsorbuju** (upijaju) svetlost u većoj ili manjoj meri i da **propuštaju** svetlost (providna tela).
- Odbijanje svetlosti je refleksija, upijanje svetlosti apsorpcija a propuštanje transparentcija.



- Svetlost se kroz homogenu sredinu prostire **pravolinijski**. Uzan snop svetlosti predstavlja **svetlosni zrak** (prava linija sa strelicom).



Svetlosni zrak

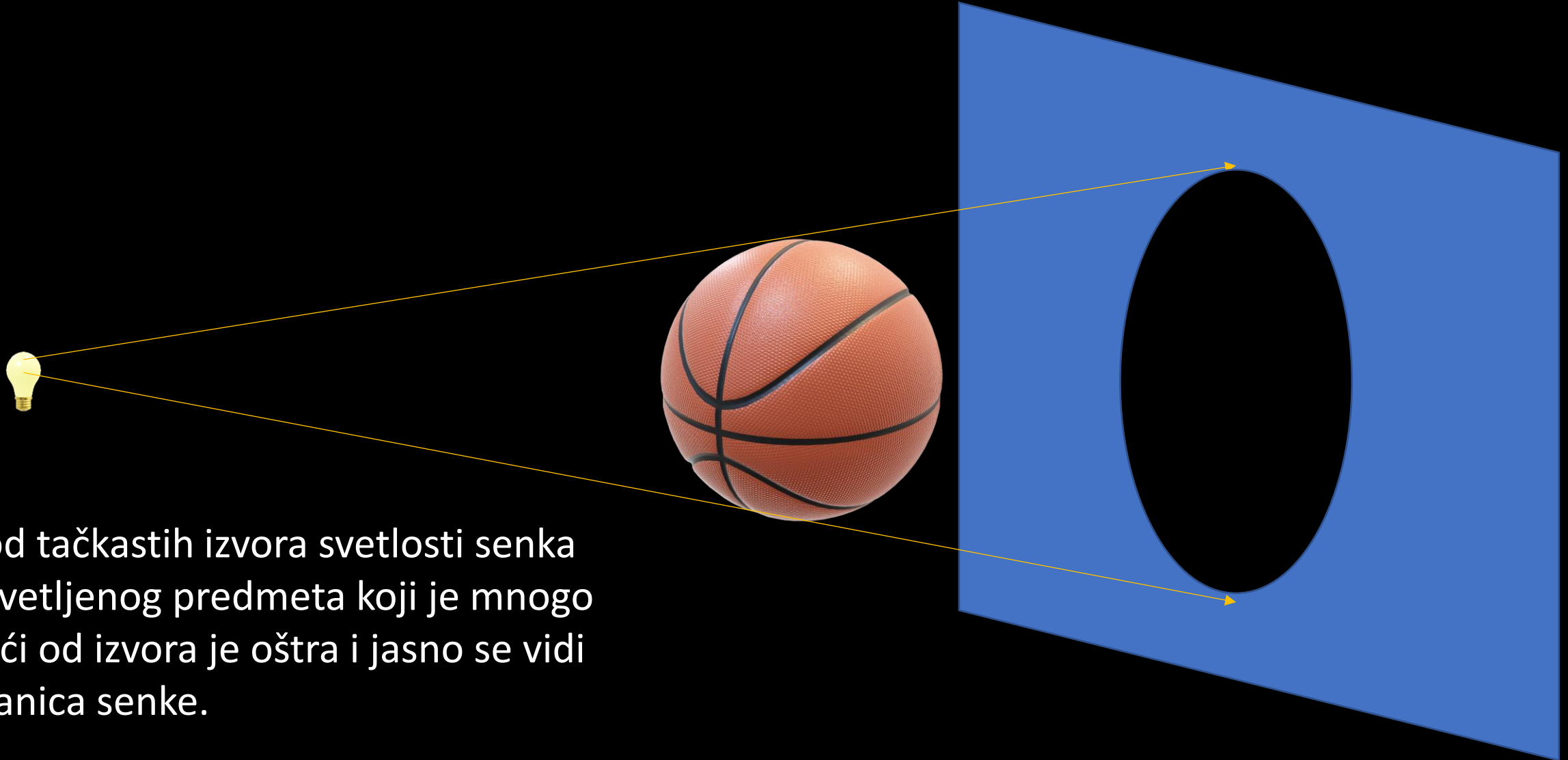
- Skup svetlosnih zraka čini snop svetlosti.



Svetlosni snop

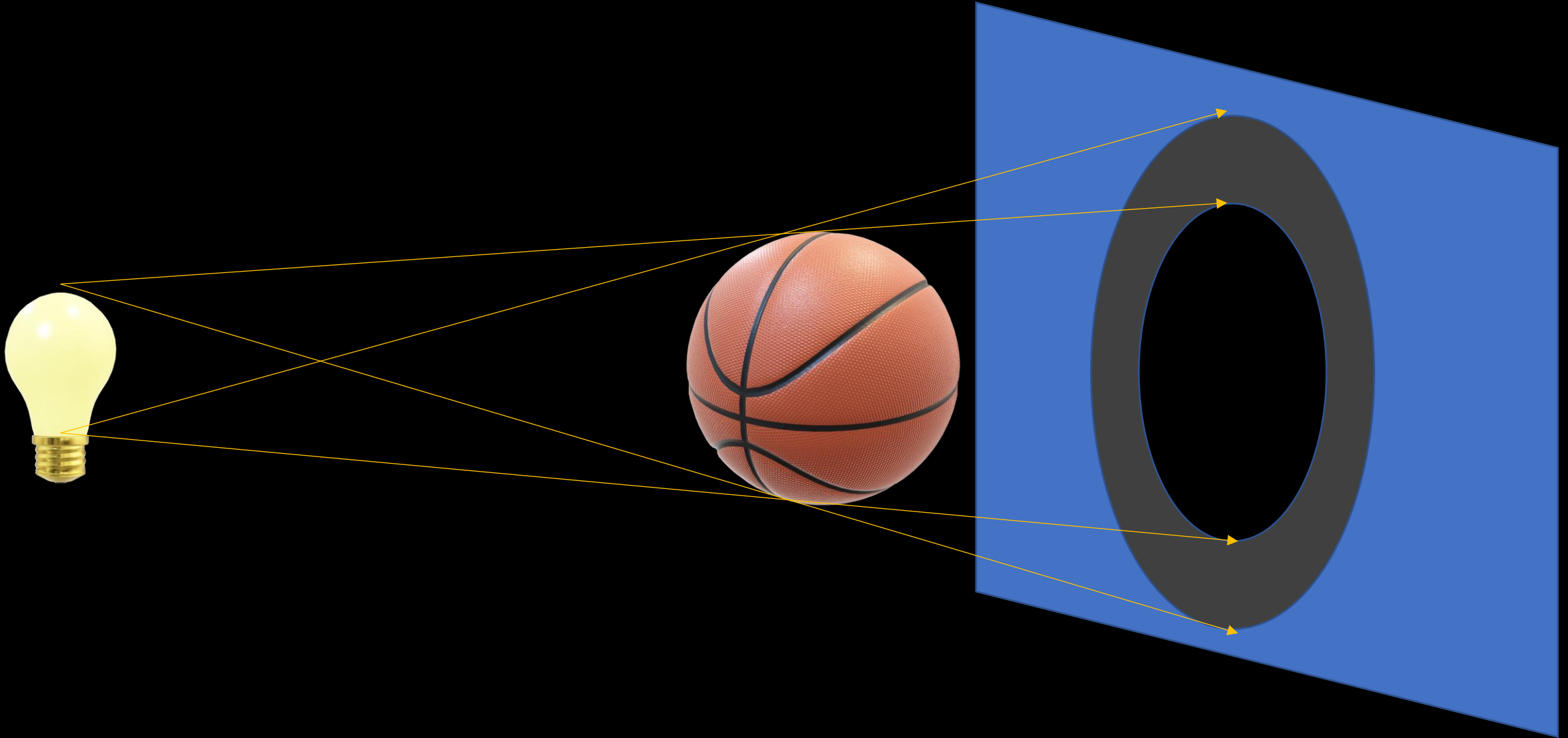


- **Tačkasti izvor svetlosti** je mnogo manji od tela koji osvetljava. Zbog pravolinijskog prostiranja svetlosti javlja se senka iza osvetljenog tela.

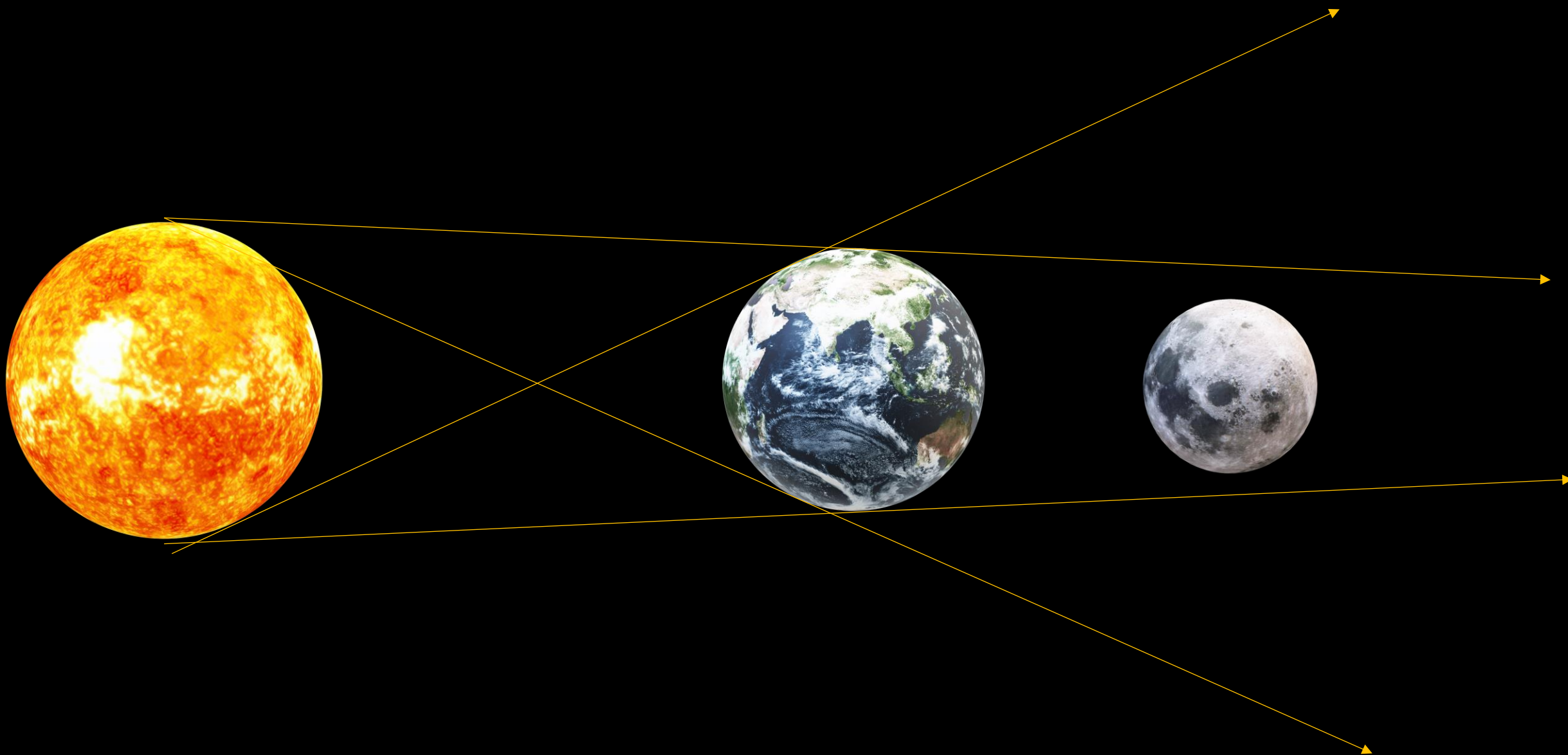


Kod tačkastih izvora svetlosti senka osvetljenog predmeta koji je mnogo veći od izvora je oštra i jasno se vidi granica senke.

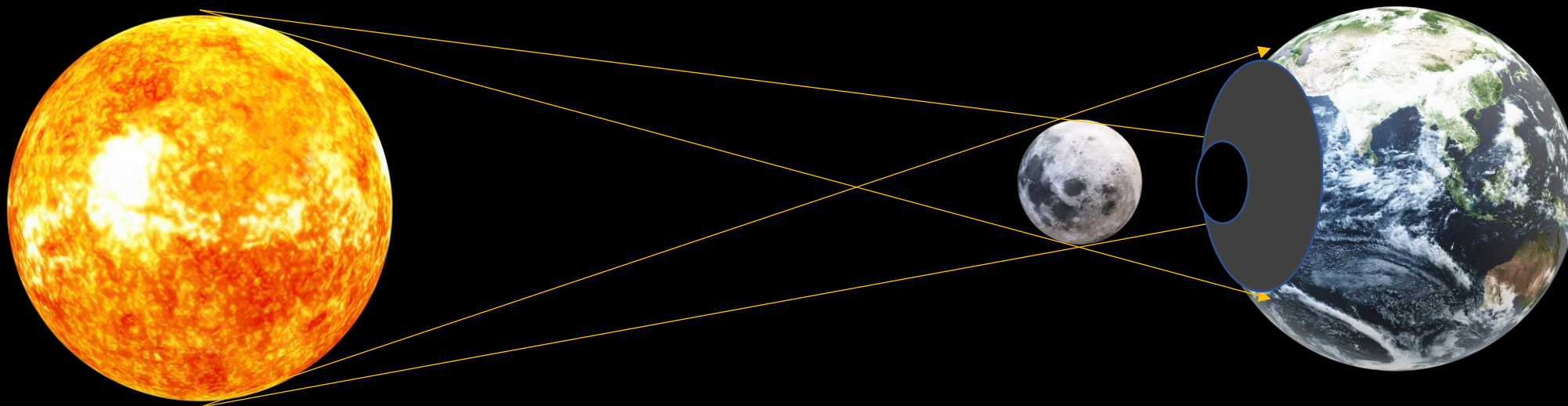
- Ako izvor svetlosti nije tačkast, već mu je veličina uporediva sa predmetom koji osvetljava javlja se polusenka.



Pomračenje Meseca



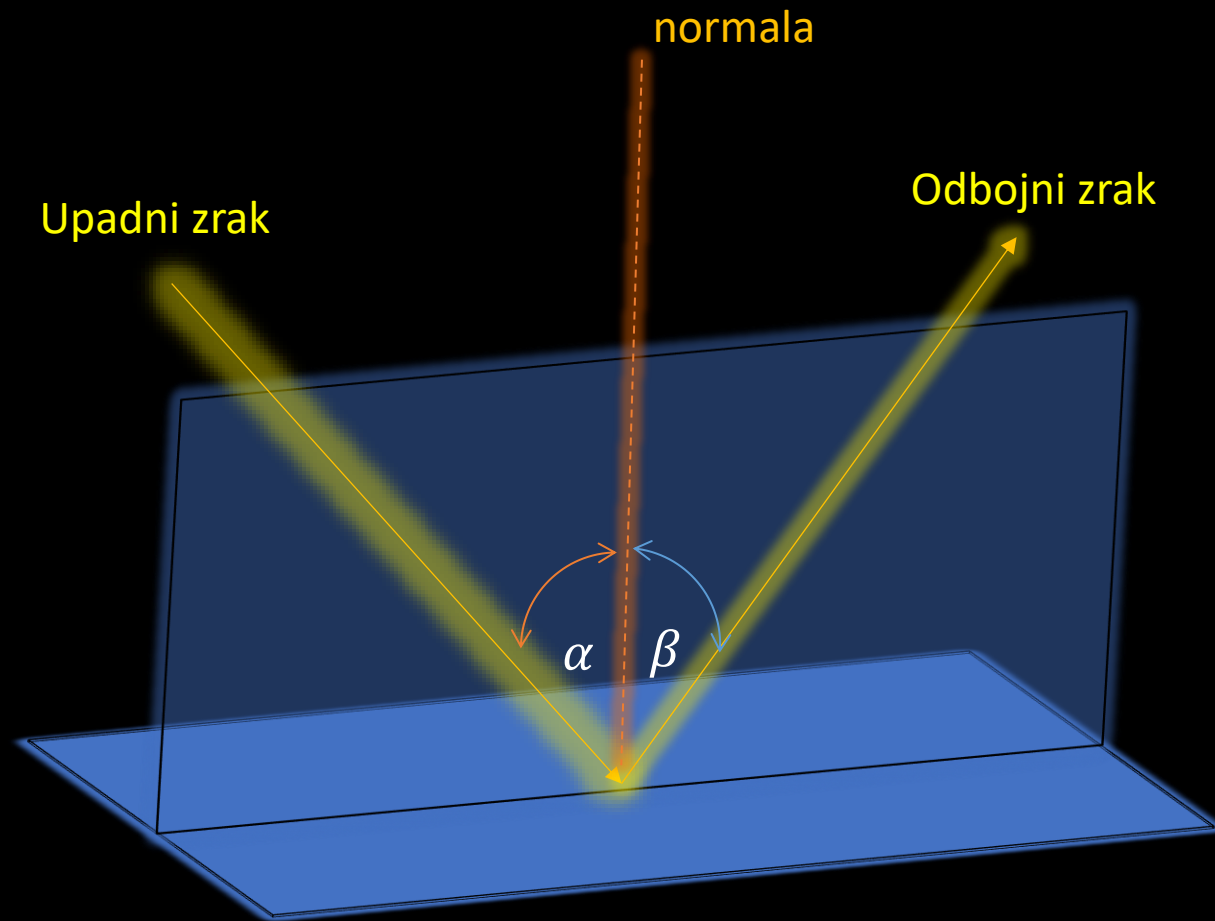
Pomračenje Sunca



Odbijanje svetlosti

- Kada svetlost naiđe na neko telo ili neku drugu sredinu (graničnu površinu između dve sredine) postoje tri mogućnosti:
 1. Svetlost se odbija od granične površine
 2. Svetlost prelazi u drugu sredinu
 3. Druga sredina upija svetlost.
- Razlikujemo ogledalsko odbijanje svetlosti (uglačana ravna površina) i difuzno (površina nije ravna).
- Ravno ogledalo je svaka uglačana površina koja odbija najveći deo upadnih zrakova.

Zakon odbijanja svetlosti

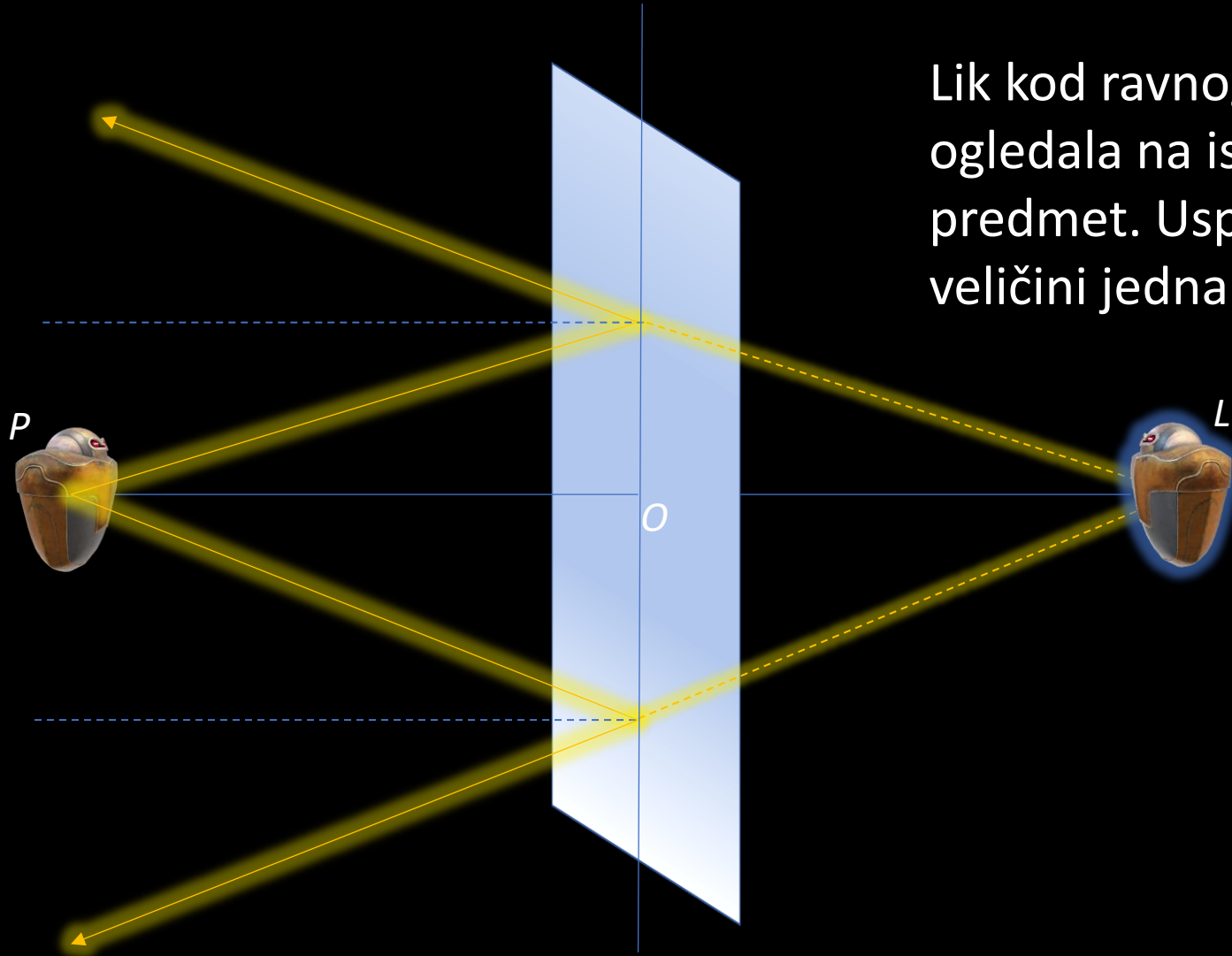


Zakon odbijanja svetlosti:

- Upadni zrak, normala i odbojni zrak leže u istoj ravni.
- Upadni ugao jednak je odbojnom uglu.

$$\alpha = \beta$$

Ravno ogledalo



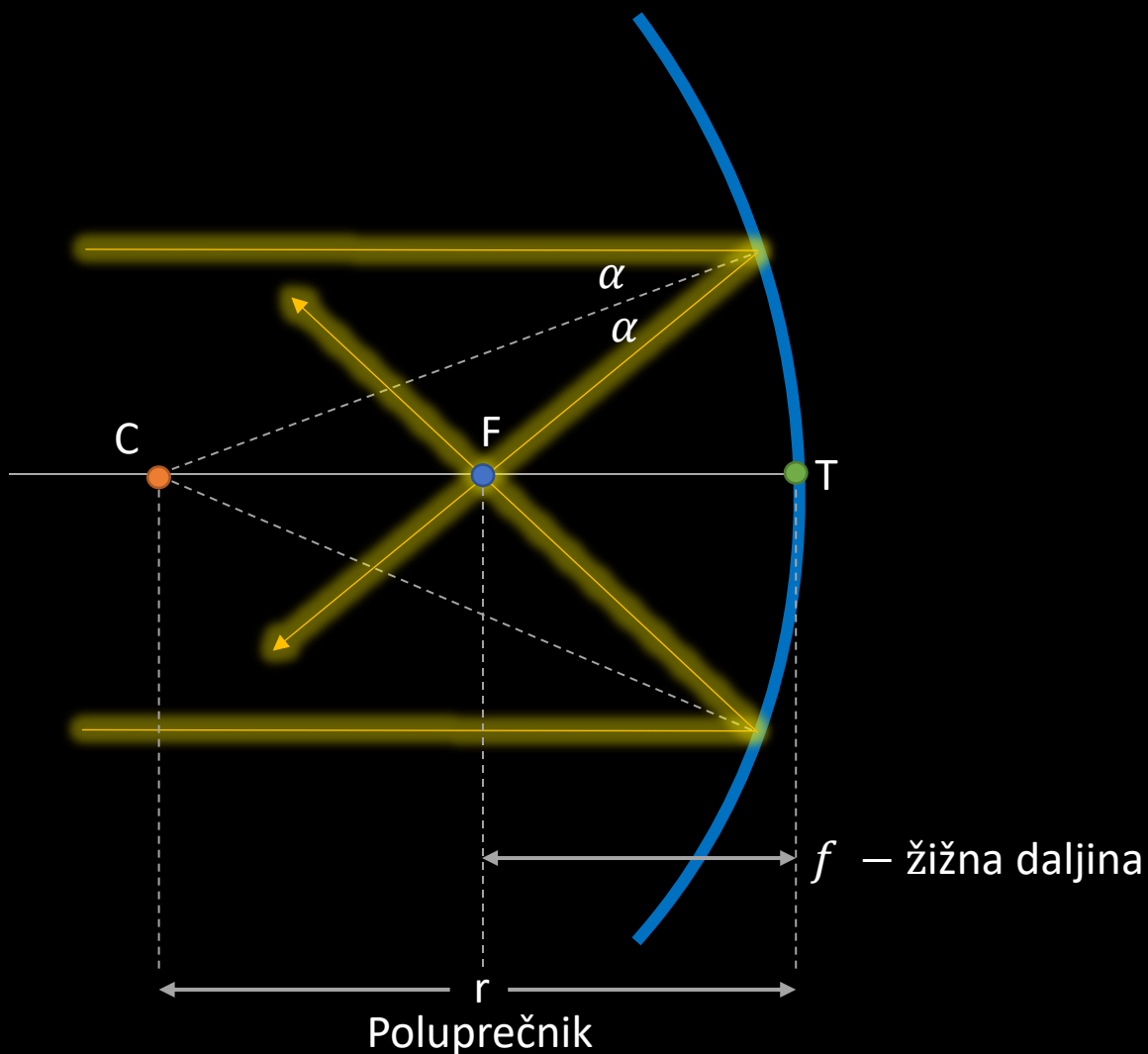
Lik kod ravnog ogledala nalazi se sa druge strane ogledala na istom rastojanju od ogledala kao i predmet. Uspravan je, prividan (nestvaran) i po veličini jednak predmetu.

Sferna ogledala

- Sferna ogledala imajo uglačane krive površine (delovi površine lopte).
- Sferna ogledala mogu biti **izdubljena (konkavna)** i **ispupčena (konveksna)**.
- Kod izdubljenih ogledala svetlost pada na unutrašnji deo uglačane površine a kod ispupčenih na spoljašnji deo uglačane površine



Elementi izdubljenog (konkavnog) ogledala



T – teme ogledala, nalazi se na sredini ogledala.

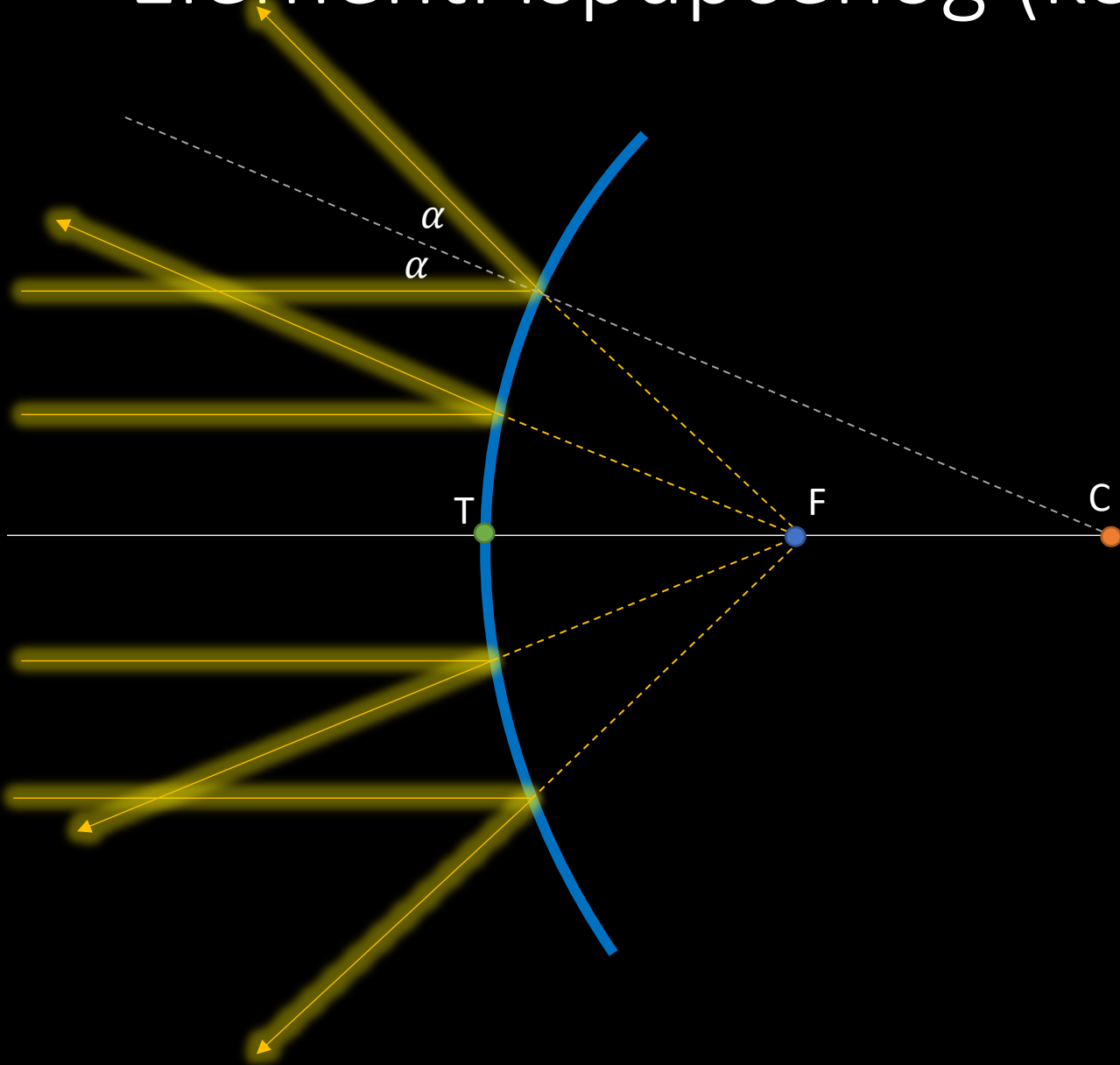
C – centar krivine odnosno centar lopte čiji deo površine predstavlja ogledalo.

Optička osa je prava koja prolazi kroz teme ogledala T i centar krivine ogledala C.

F – žiža (fokus) ogledala je karakteristična tačka ogledala u kojoj se seku svi odbijeni zraci koji padaju na ogledalo paralelno optičkoj osi

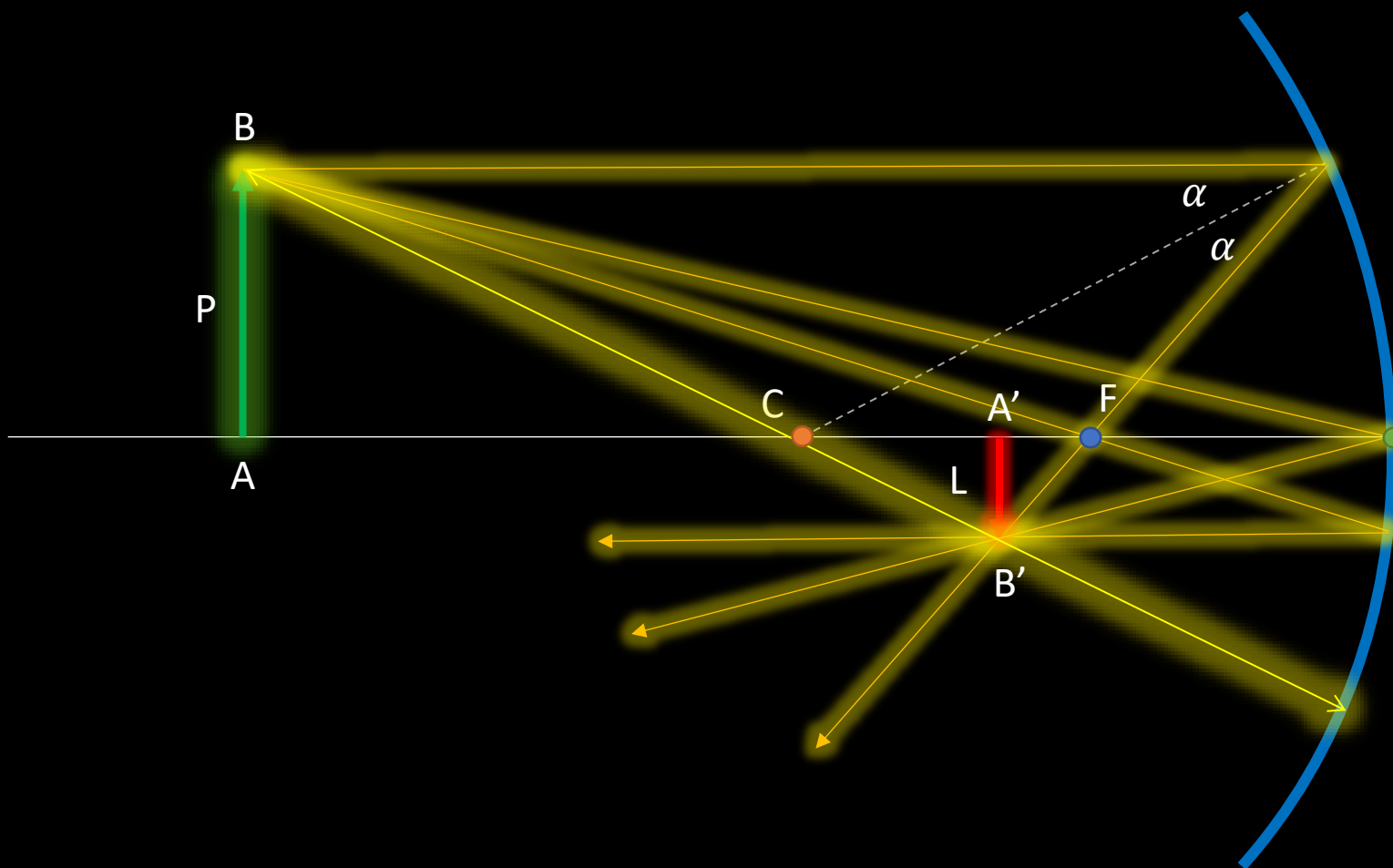
$$f = \frac{r}{2}$$

Elementi ispupčenog (konveksno) ogledala



Kada snop svetlosnih zraka paralelnih optičkoj osi dolazi do površine ispupčenog ogledala, svetlosni zraci se odbijaju tako da im produžeci polaze iz žiže.

Konstrukcija lika kod izdubljenog ogledala

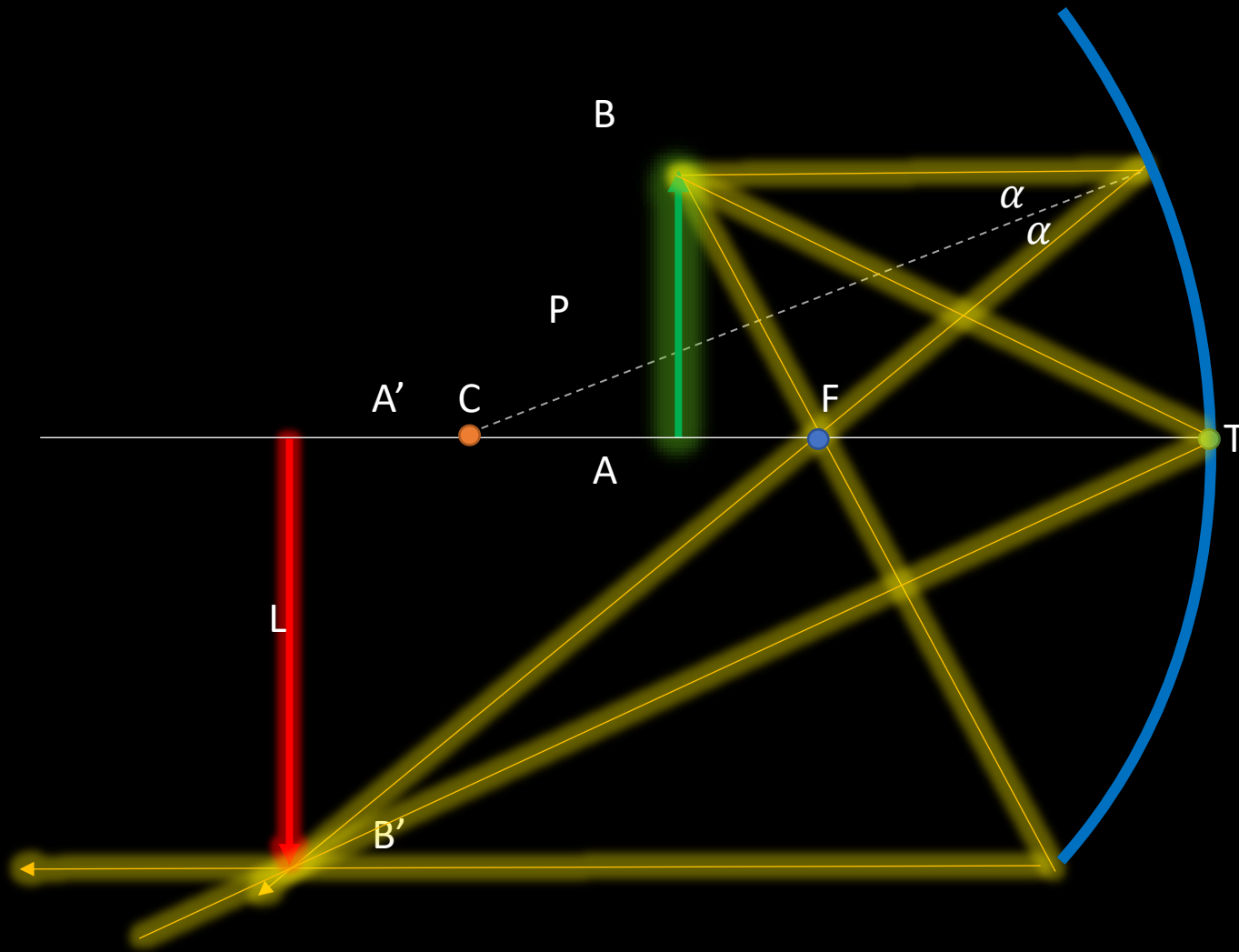


Za konstrukciju lika koriste se karakteristični zraci koji polaze od svetlosne tačke nekog predmeta (vrha strelice). Dovoljna su dva zraka. Zrak paralelan sa optičkom osom odbija se od ogledala i prolazi kroz tačku F (žižu).

Zrak koji polazi od predmeta i prolazi kroz žižu odbija se od ogledala i kreće paralelno optičkoj osi. U tački preseka ova dva zraka nalazi se vrh lika strelice.

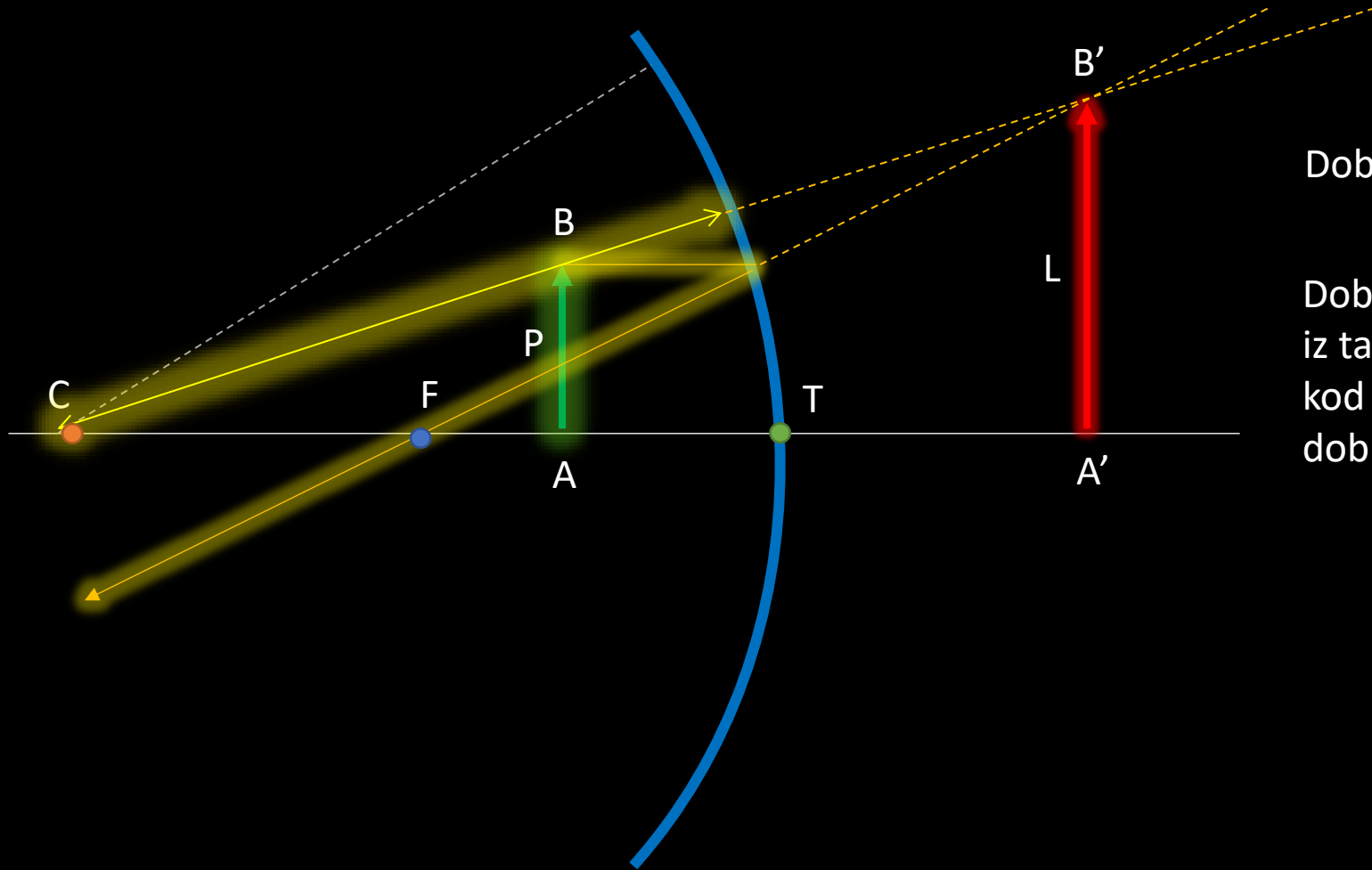
Dobija se umanjen, obrnut i realan lik u ovom slučaju kada se predmet nalazi dalje od centra krivine.

Konstrukcija lika kod izdubljenog ogledala kada se predmet nalazi između centra krivine i žiže ogledala



Kada se predmet nalazi između centra krivine i žiže ogledala dobija se obrnut, povećan i realan lik.

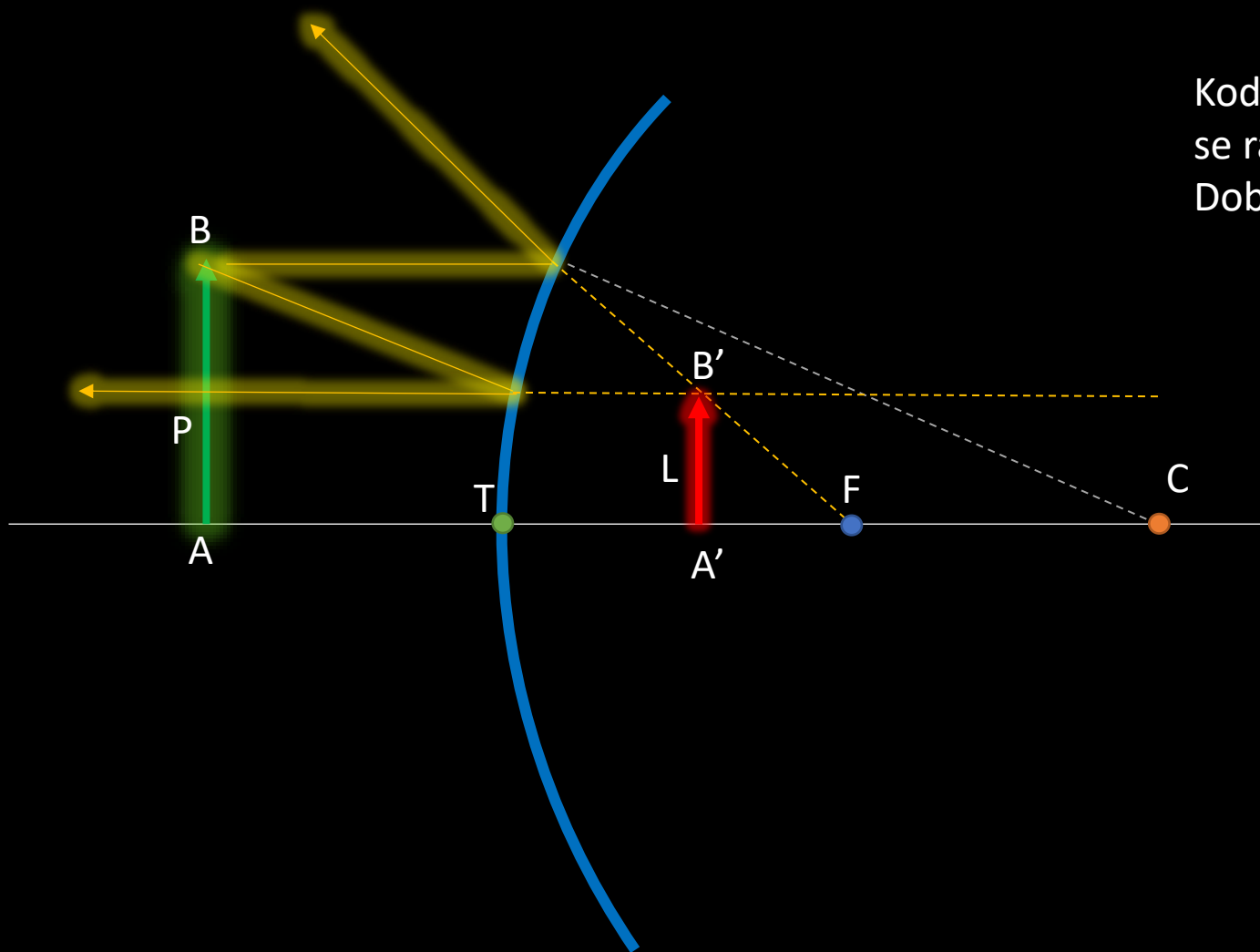
Konstrukcija lika kod izdubljenog ogledala kada se predmet nalazi između temena i žiže ogledala



Dobija se povećan, uspravan i prividan lik.

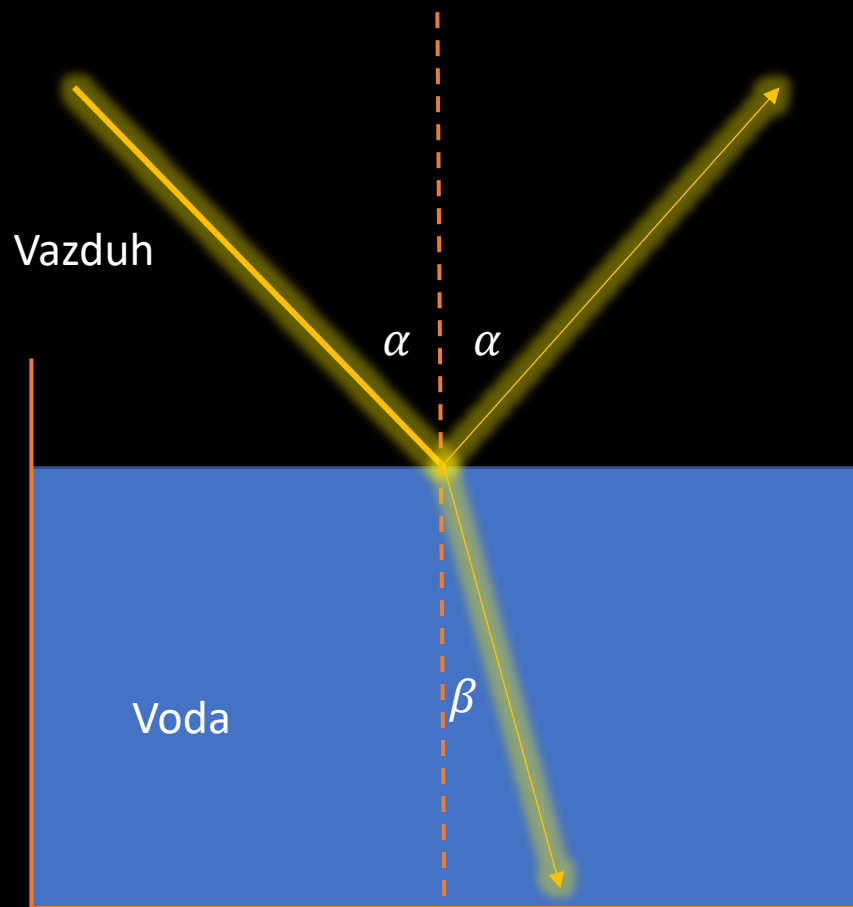
Dobijeni lik je prividan jer se zraci koji su pošli iz tačke B nigde ne seku nakon odbijanja. Kao i kod ravnog ogledala dobijeni lik ne može se dobiti na zaklonu.

Konstrukcija lika kod konveksnog (ispupčenog) ogledala



Kod ispupčenog ogledala, odbijeni paralelni zraci se rasipaju kao da su došli iz žiže na drugoj strani. Dobija se umanjen, prividan i uspravan lik.

Prelamanje svetlosti

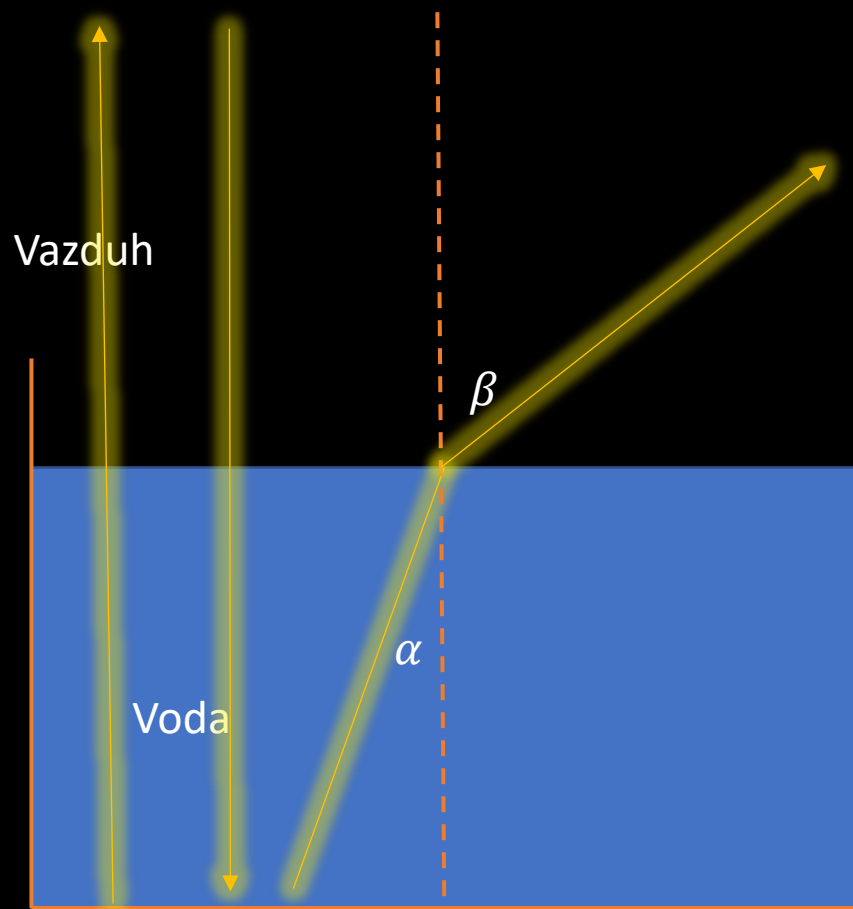


Prelamanje svetlost se dešava na graničnim površinama između dve sredine, različitih optičkih gustina.

Kada svetlost prelazi iz optički ređe (vazduh) u optički gušću (voda) sredinu svetlosni zrak se prelama ka normali (upadni ugao je veći od prelomnog ugla). Upadni i prelomljeni zrak i normala leže u istoj ravni.

$$\alpha > \beta$$

Pored prelamanja deo svetlosti se i reflektuje od granične površine po zakonu odbijanja svetlosti.



Kada svetlost prelazi iz optički gušće (voda) u optički ređu sredinu (vazduh) svetlosni zrak se prelama od normale (upadni ugao je manji od prelomnog ugla).

$$\alpha < \beta$$

Zraci koji padaju normalno na graničnu površinu ne prelamaju se.

Indeks prelamanja n

- **Indeks prelamanja** je neimenovani broj koji predstavlja odnos brzina svetlosti u dvema sredinama. Indeks prelamanja obeležavamo sa n .
- **Apsolutni indeks** prelamanja predstavlja odnos brzine svetlosti u vakuumu i u nekoj providnoj sredini.

$$n = \frac{c_0}{c}$$

c_0 - brzina svetlosti u vakuumu.

c – brzina svetlosti u posmatranoj providnoj sredini.

SREDINA	voda	led	alkohol	staklo	kvarc	dijamant
n	1.33	1.31	1.36	1.50	1.54	2.42

Relativni indeks prelamanja n_r

- Relativni indeks prelamanja n_r predstavlja odnos brzina svetlosti u dvema optički različitim sredinama (a da nisu vakuum).

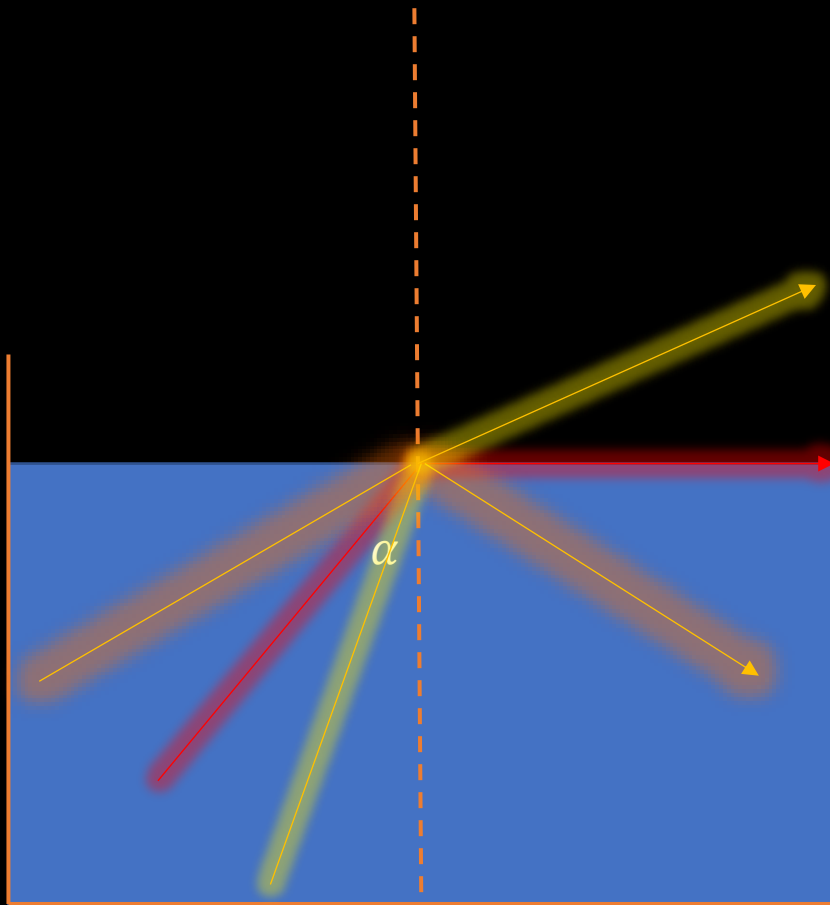
$$n_r = \frac{c_1}{c_2} \quad \begin{array}{l} c_1 - \text{brzina svetlosti u prvoj optičkoj sredini.} \\ c_2 - \text{brzina svetlosti u drugoj optičkoj sredini.} \end{array}$$

Koristeći formulu za apsolutni indeks prelamanja možemo izraziti brzinu svetlosti u ovim sredinama kao:

$$\begin{array}{l} c_1 = \frac{c_0}{n_1} \\ c_2 = \frac{c_0}{n_2} \end{array} \rightarrow n_r = \frac{c_1}{c_2} = \frac{\frac{c_0}{n_1}}{\frac{c_0}{n_2}} = \frac{n_2}{n_1}$$

Relativni indeks prelamanja dve optičke sredine je direktno srazmeran odnosu brzina svetlosti a obrnuto srazmeran indeksu prelamanja u te dve optičke sredine.

Totalna refleksija



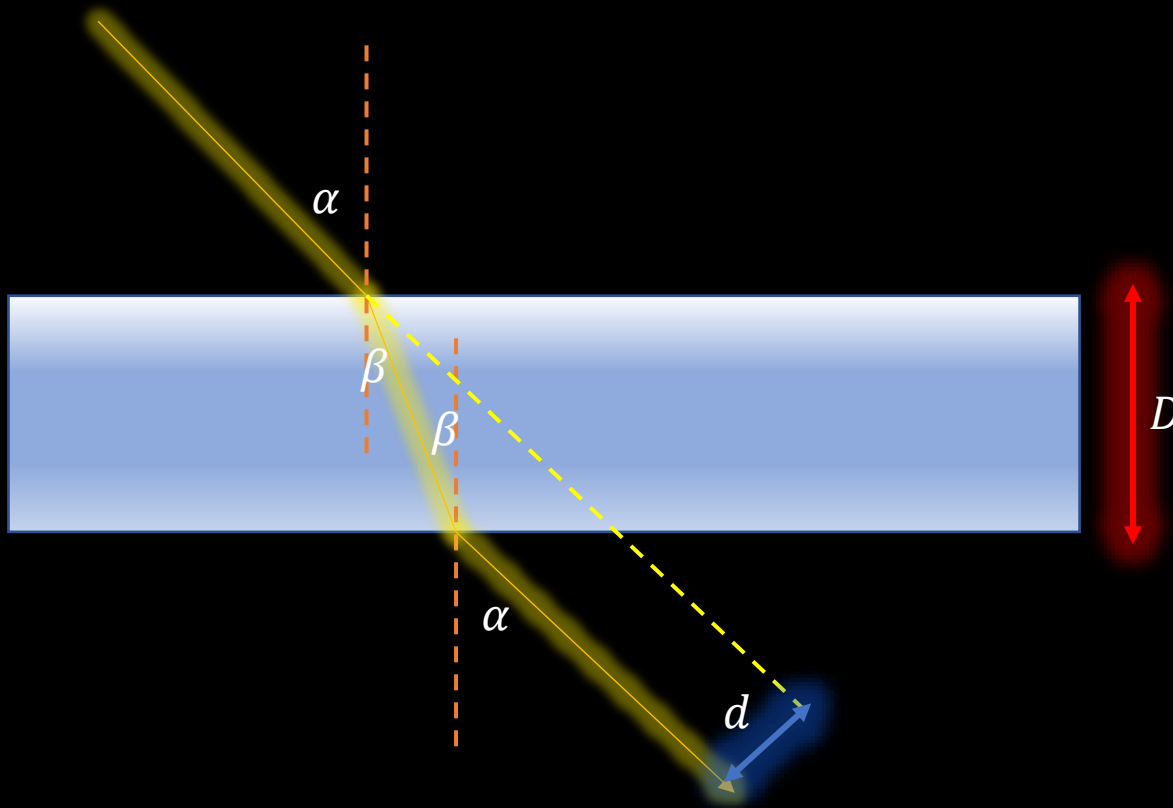
Totalna refleksija je pojava koja se dešava na graničnoj površini koja deli dve optičke sredine.

U slučaju da svetlosni zrak dolazi iz optički gušće sredine (svetlosni zrak se prelama od normale) postoji granični ugao α pri kome će se prelomljeni zrak kretati paralelno sa granicom dveju sredina. Totalna refleksija je moguća samo ako zrak prelazi iz optički gušće sredine u optički ređu sredinu.

Ako svetlosni zrak dolazi na graničnu površinu pod uglom većim od α , doći će do potpune (totalne) refleksije tog zraka.

Granični ugao za prelazak voda-vazduh iznosi $\alpha_{vv} = 48.5^\circ$ a za staklo-vazduh iznosi $\alpha_{sv} = 42^\circ$

Prelamanje svetlosti kroz providnu ploču



Svetlosni zrak propušten kroz planparalelnu ploču (ploča čije su suprotne površine paralelne) od providnog materijala prelomiće se dva puta, pri ulasku i pri izlasku iz ploče.

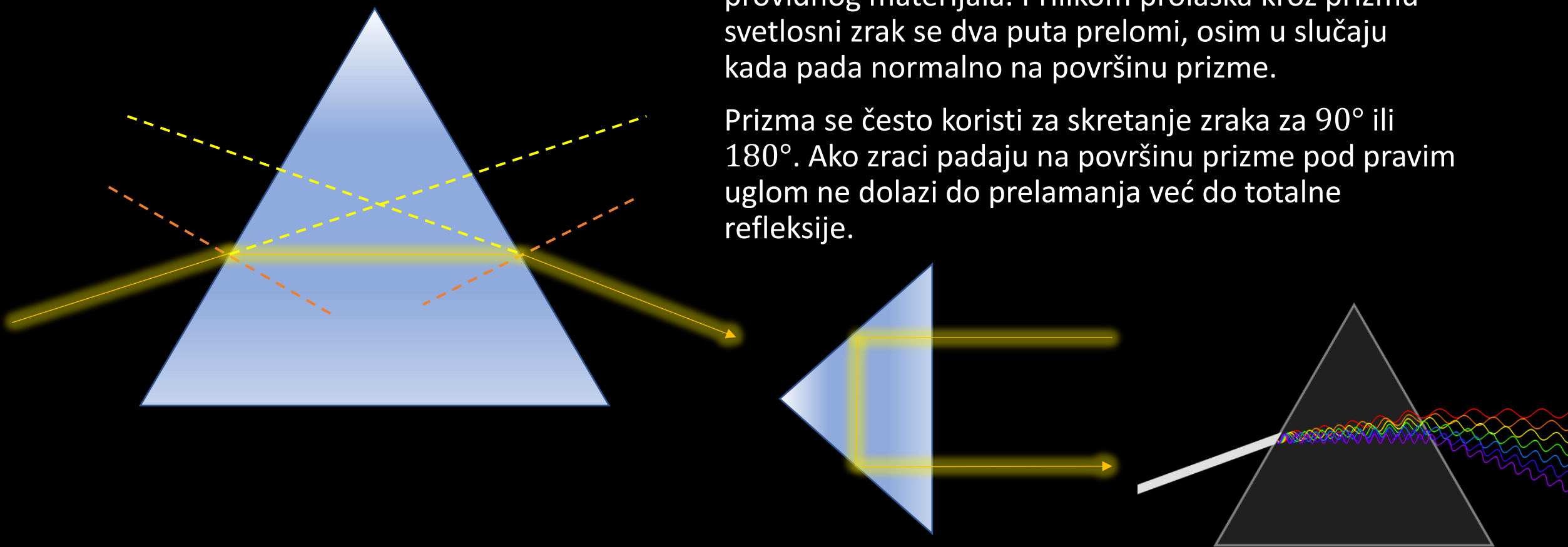
Svetlosni zrak će posle izlaska iz ploče biti paralelan upadnom zraku i njegov pravac prostiranja će biti pomeren za rastojanje d .

Veličina pomeranja d zavisice od indeksa prelamanja ploče n , veličine upadnog ugla i debljine ploče.

Prelamanje svetlosti kroz optičku prizmu

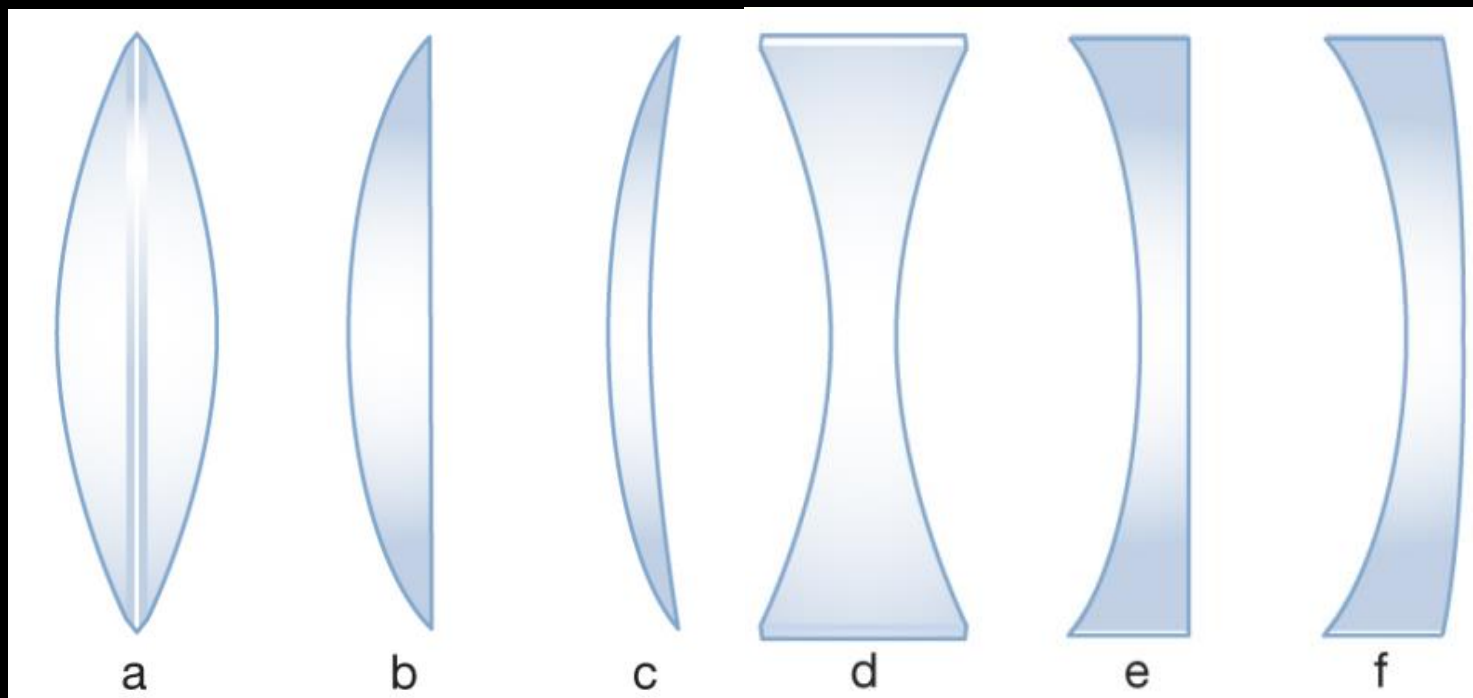
Optička prizma je trostrana prizma napravljena od providnog materijala. Prilikom prolaska kroz prizmu svetlosni zrak se dva puta prelomi, osim u slučaju kada pada normalno na površinu prizme.

Prizma se često koristi za skretanje zraka za 90° ili 180° . Ako zraci padaju na površinu prizme pod pravim uglom ne dolazi do prelamanja već do totalne refleksije.



Optička sočiva

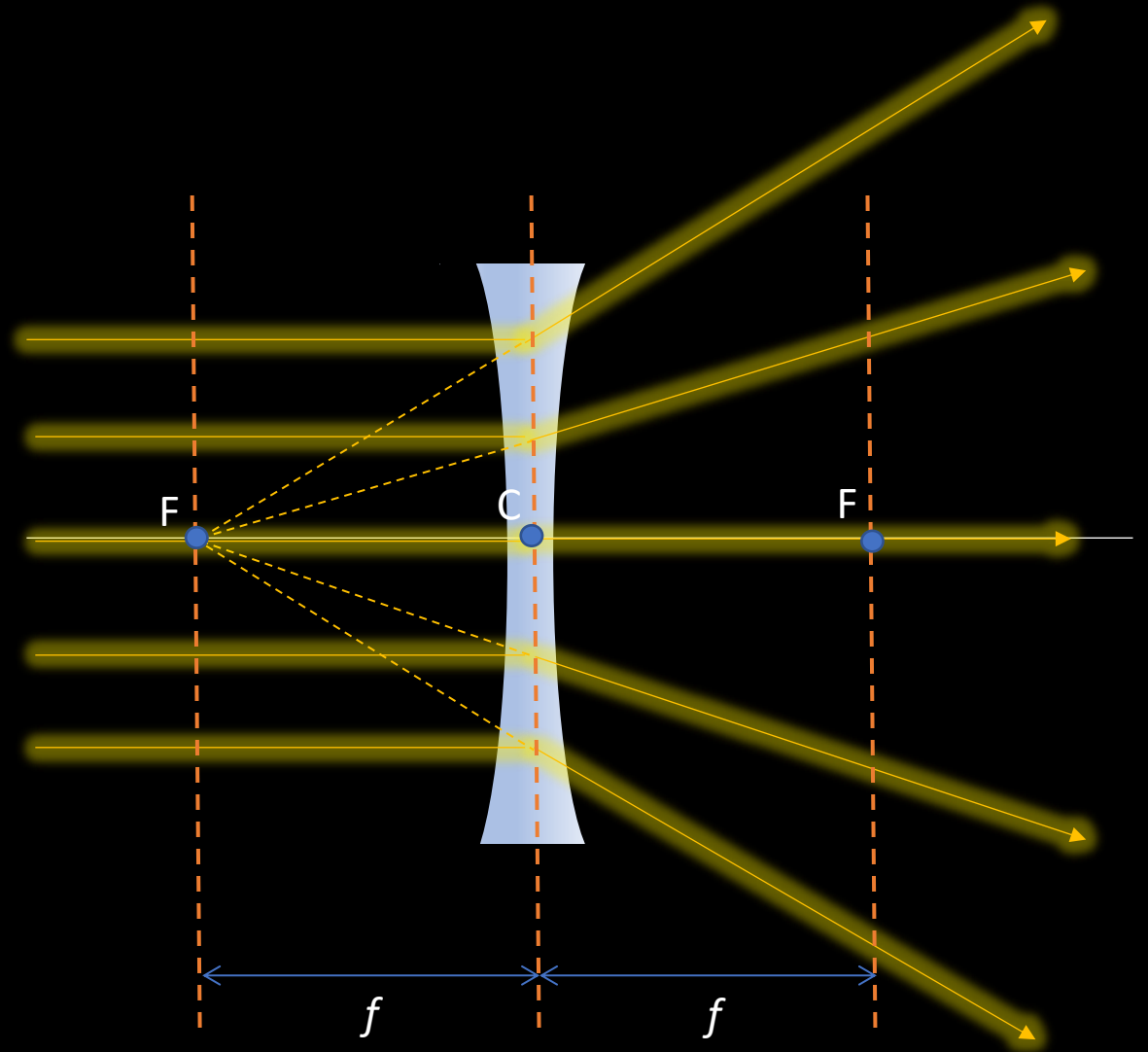
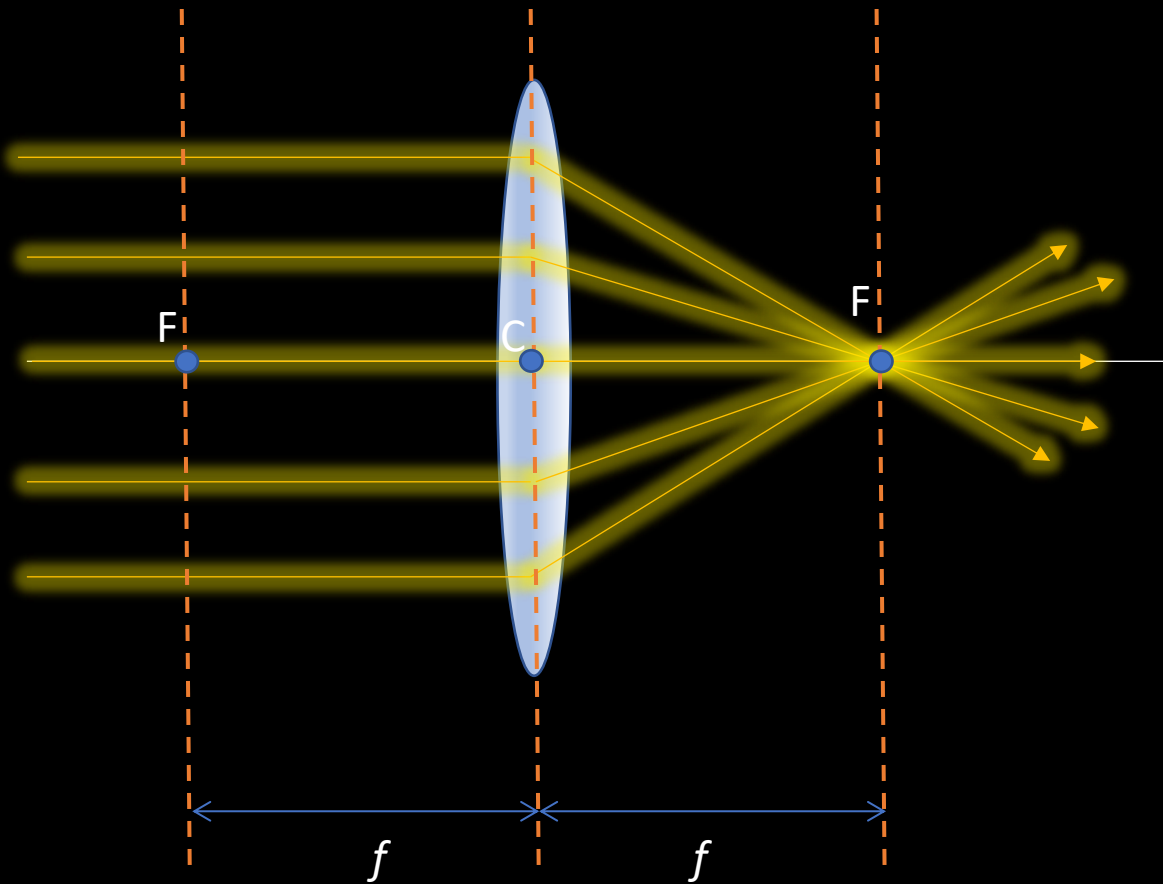
- Prema obliku i osobinama razlikujemo sabirna (konveksna) i rasipna sočiva (konkavna). Svaki deo sočiva se ponaša kao optička prizma a središnji deo kao optička ploča. Svetlosni zraci prelamaju se dva puta prilikom prolaska kroz sočivo.



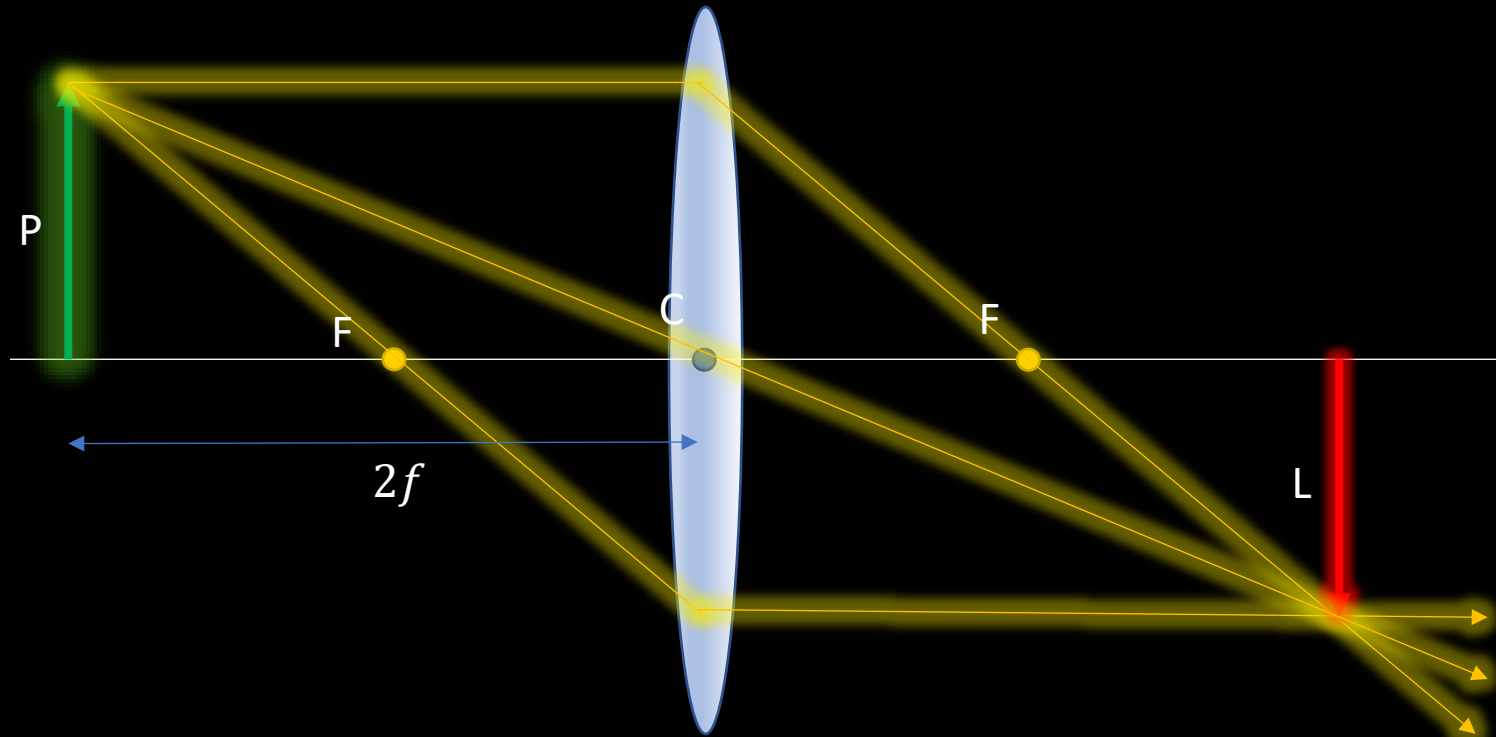
- a) bikonveksno
- b) plankonveksno
- c) konkavkonveksno
- d) bikonkavno
- e) plankonkavno
- f) konvekskonkavno

Sabirna (konveksna) sočiva Rasipna (konkavna) sočiva

Elementi sočiva



Konstrukcija lika kod sabirnog sočiva

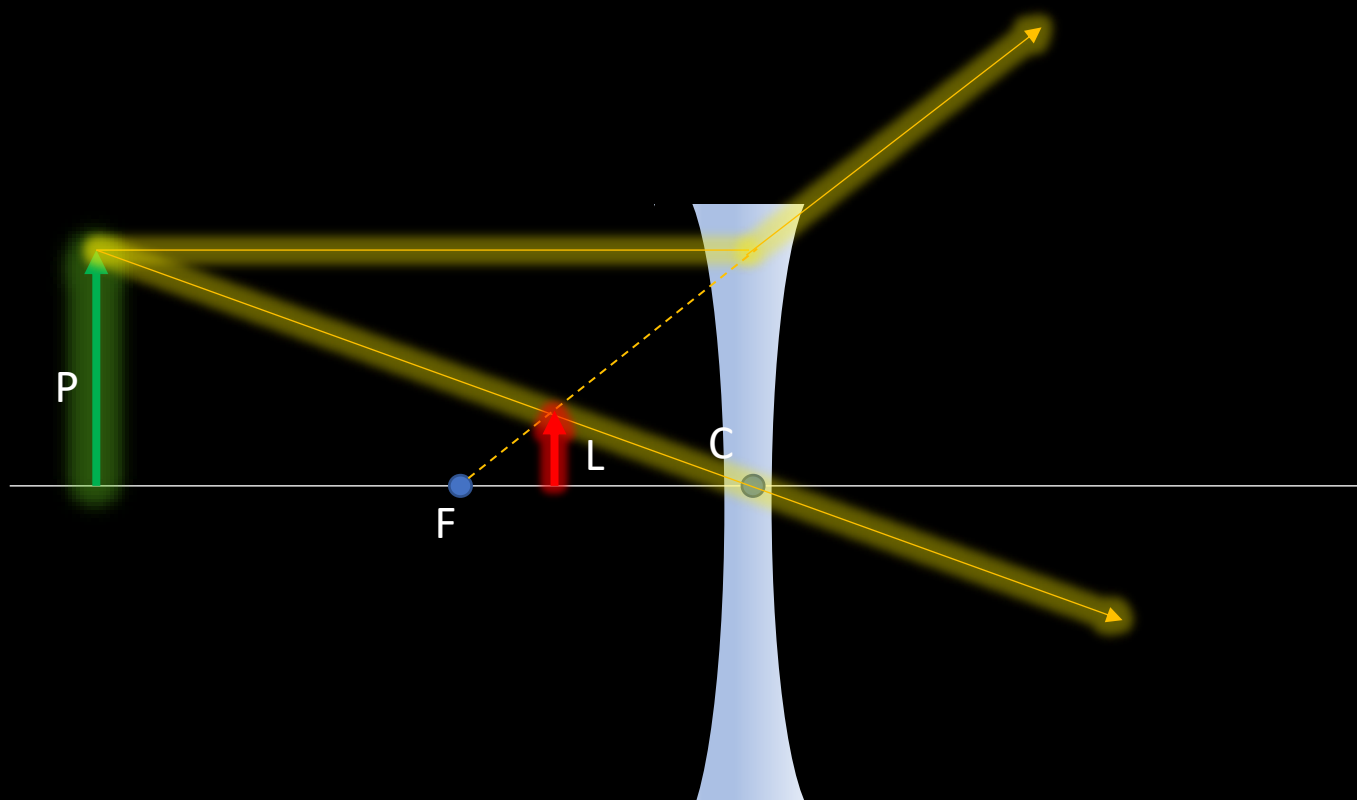


Ako se predmet nalazi dalje od žiže sočiva dobija se obrnut i realan lik. Veličina lika zavisi od udaljenosti predmeta od žiže.

Ako se predmet nalazi na udaljenosti $2f$, kao na slici veličine lika i predmeta su jednake.

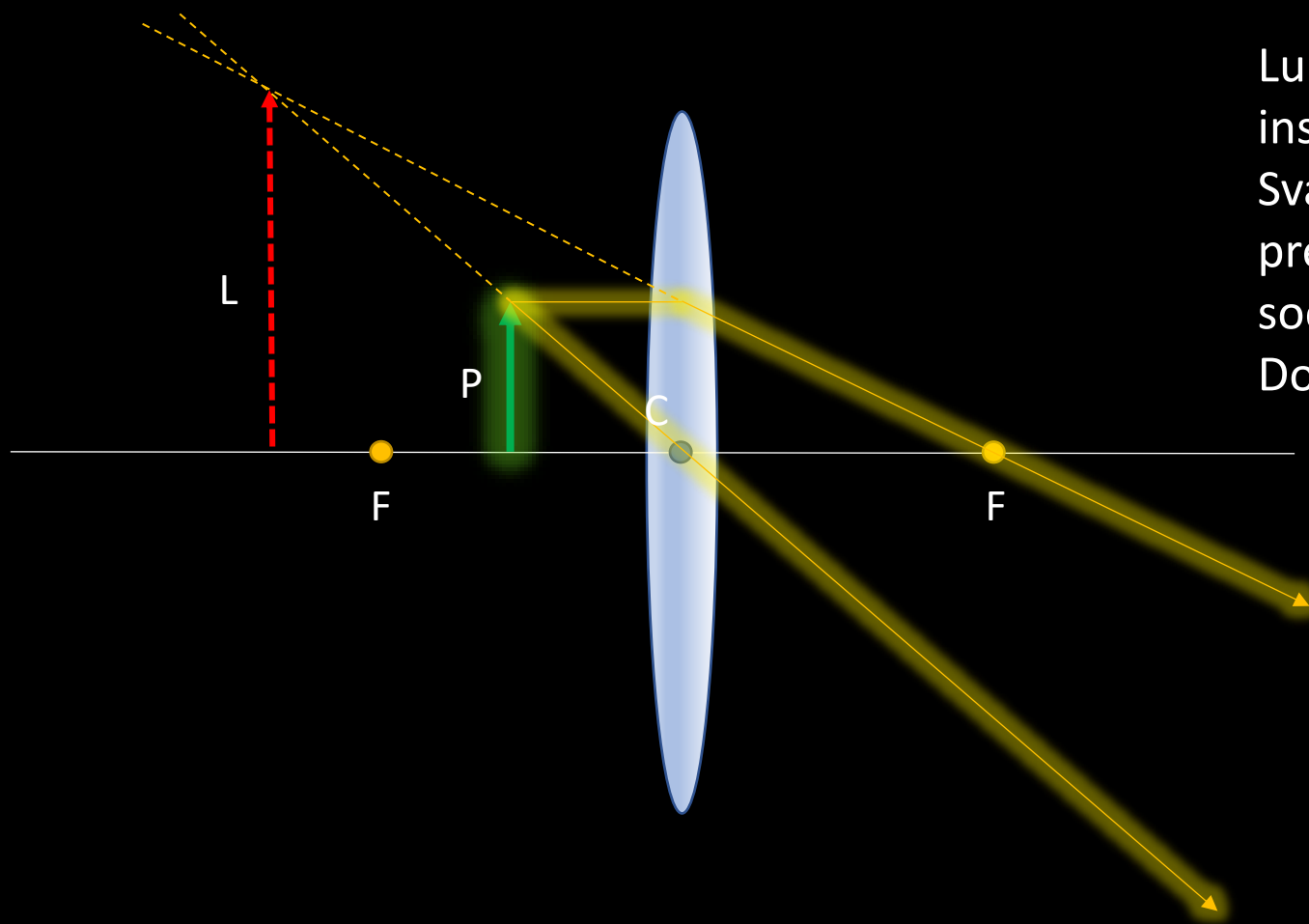
Ako se predmet nalazi na udaljenosti većoj od $2f$ od sočiva, dobijeni lik je umanjen.

Konstrukcija lika kod rasipnog sočiva



Prilikom konstrukcije lika kod rasipnog sočiva dobija se lik koji je imaginaran, umanjen i uspravan. Kod rasipnih sočiva uvek se formira lik koji je na istoj strani gde i predmet, uspravan, imaginaran i umanjen.

Lupa

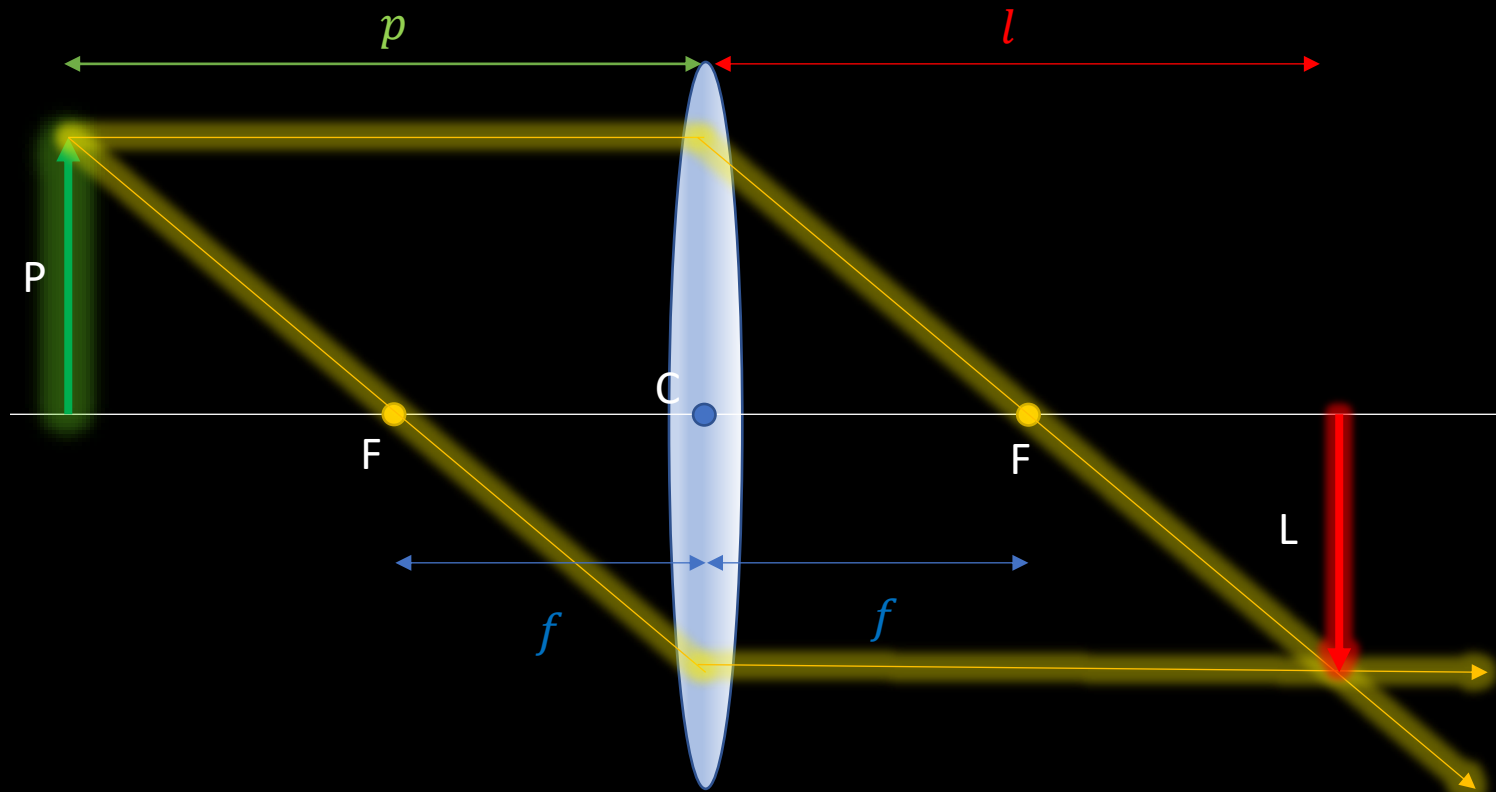


Lupa predstavlja najjednostavniji optički instrument.

Svako sabirno sočivo može da uvećava predmet koji se postavi između žiže i centra sočiva i u tom slučaju zove se lupa.

Dobijeni lik je uspravan, imaginaran i uvećan.

Jednačina sočiva i uvećanje sočiva



p – udaljenost predmeta od sočiva

l – udaljenost lika od sočiva

f – žižna daljina

Jednačina sabirnog sočiva:

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

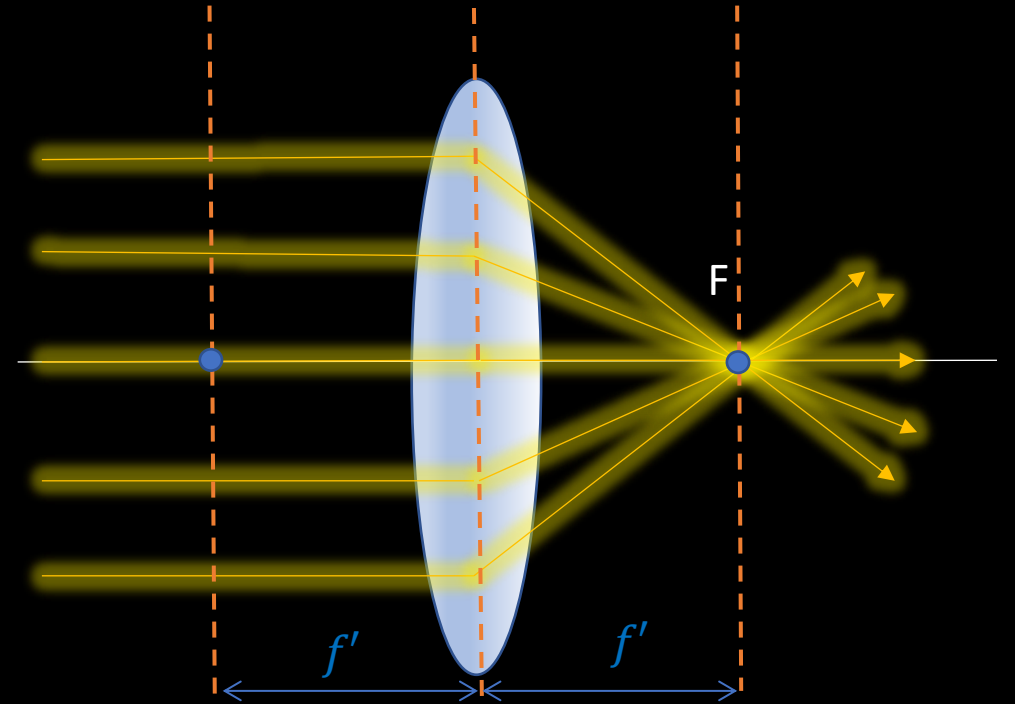
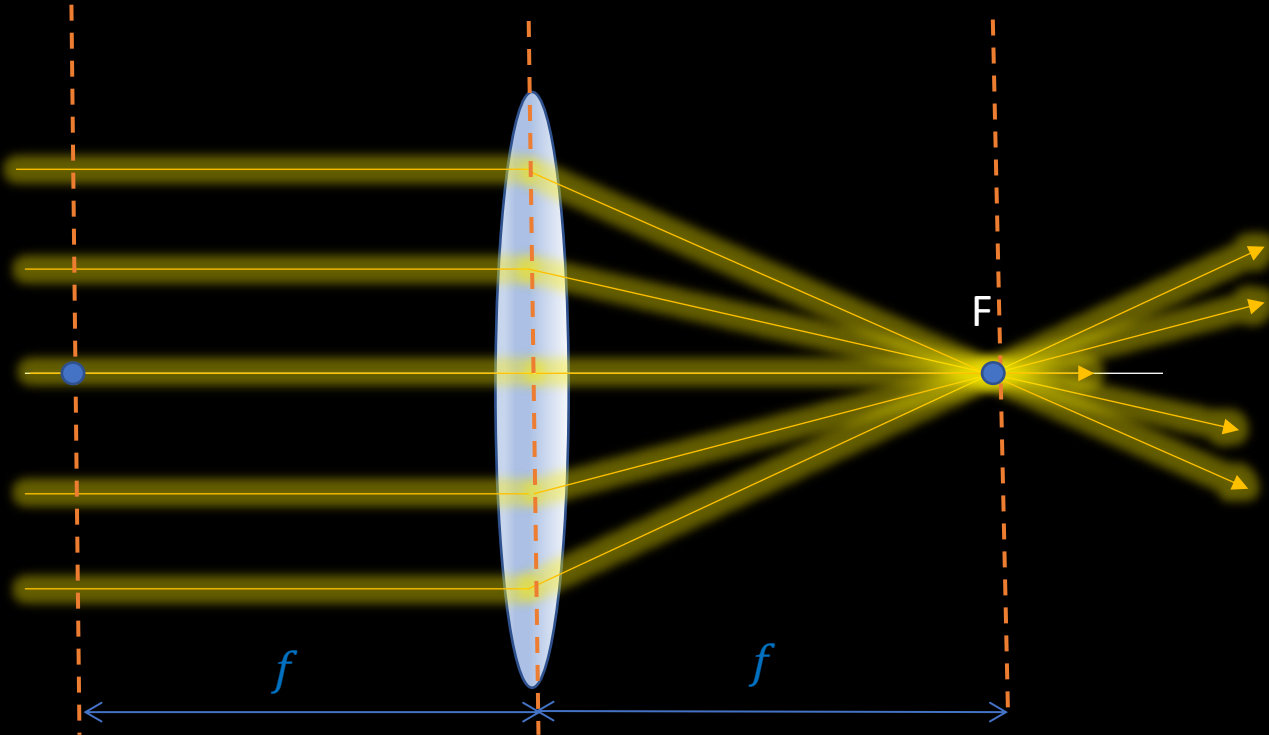
Jednačina rasipnog sočiva:

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

Uvećanje sočiva je odnos udaljenosti lika l i udaljenosti predmeta p , ili visine lika L i visine predmeta P :

$$u = \frac{l}{p} = \frac{L}{P}$$

Optička jačina sočiva



Optička jačina sočiva ω je veća ukoliko je sočivo deblje jer je tada žiža bliže sočivu, i obrnuto tanje sočivo ima veću žižnu daljinu i manju optičku jačinu.

$$\omega = \frac{1}{f}$$

Merna jedinica za optičku jačinu je dioptriya D .

$D > 0$ – sabirna sočiva

$D < 0$ – rasipna sočiva