**UNIVERZITET U NOVOM SADU**
**PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET**
**DEPARTMAN ZA FIZIKU**

# Rešavanje računskih zadataka iz geometrijske optike

## završni-master rad

**Mentor**
**dr Maja Stojanović**

**Kandidat**
**Tatjana Buletinac**

**Oktobar 2012.**

# SADRŽAJ

# 1. UVOD

Poznavanje neke naučne discipline ne sastoji se u pamćenju ili pukoj reprodukciji opisa pojava i formulacije njihovih zakonitosti, nego u sposobnosti da se na osnovu tih zakonitosti mogu rešavati konkretni problemi. Samo izradom zadataka i primenom teorije koja prethodno mora biti usvojena, kao preduslov da se zadaci uopšte mogu rešiti, moguće je kod učenika u školskom procesu postići da se znanje koje je usvojeno pravilno i efikasno upotrebi, da se povežu i shvate pojmovi, da se koristeći postojeće znanje iniciraju ideje za nova otkrića.

Proces rešavanja zadataka u velikoj meri je sličan istraživačkom radu jer se u oba slučaja do rezultata dolazi uočavanjem bitnih elemenata problema, logičkim razmišljanjem i zaključivanjem, pri čemu i mašta može da ima važnu ulogu. Drugim rečima, rešavanje zadataka - problema, sadrži u većoj ili manjoj meri elemente kreativnosti, što predstavlja dodatnu veoma važnu komponentu procesa obrazovanja.

Ono što se uvek postavlja kao pitanje je kako i na koji način raditi zadatke. Ako se pravilno uoči problem, odvoje poznate od nepoznatih veličina, neće izostati krajnji korektan rezultat.

Uspešno izvođenje nastave fizike ne može biti ostvareno, ako teorijske osnove ne dobiju svoj praktični smisao i konkretizaciju kroz izradu računskih zadataka. Međusobno povezivanje i dokazivanje teorijskih pretpostavki i pojmova, najjednostavnije se pokazuje kroz računske zadatke. Zato sposobnost rešavanja zadataka određuje stepen razumevanja i ovladavanja osnovnim fizičkim zakonima.

Zadaci u fizici imaju veliki značaj jer podstiču na razmišljanje o zadatom problemu, uče preciznosti, urednosti i sistematičnosti. Za uspešnu primenu stečenih znanja treba ta znanja i posedovati. Samo poznavanje teorijskog gradiva ne mora biti i garancija da će se znanja uspešno primenjivati i koristiti. Zato je potrebno da se postupci primene znanja tj umenja u rešavanju zadataka posebno uvežbavaju i na taj način stiču.

Rešavanje zadataka je veoma specifičan proces u kome se nastoji da na osnovu opisa pojava, datih uslova i podataka, primenom poznatih zakona, teorija i definicija, upotrebom matematičkog aparata i logičkim putem, odrede tražene nepoznate fizičke veličine. Da bi taj proces tekao i da bi učenik došao što lakše do rezultata potrebno je taj postupak ponavljati uz adekvatna objašnjenja od strane nastavnika. Vežbanja u rešavanju zadataka iz fizike su vrlo važna komponenta nastavnog procesa. Ona predstavljaju za učenike vid učenja sa najtežim zahtevima i obavezama. Ako nastavnik zadaje zadatke i objašnjava kada je to potrebno a učenik objašnjenja razume i primenjuje u samostalnom rešavanju, uspeh neće izostati. Uočiti, razumeti, postaviti i tačno rešiti zadatak je cilj nastavnog procesa, kada je rešavanje zadataka u pitanju. Zato je potrebno taj postupak ponavljati jer se samo tako može očekivati uspeh, a on je važan dokaz kako učeniku da je nešto razumeo i savladao tako i nastavniku da je svoj posao dobro uradio.

***Ciljevi rešavanja zadataka su:***

- *dublje shvatanje fizičke veličine, fizičkog zakona i teorije i njihove primene u rešavanju određenih problema,*
- *razvijanje misaonih aktivnosti kod učenika, logičkog i kreativnog mišljenja (donošenje originalnih rešenja i zaključaka),*
- *usmeravanje učenika na samostalan rad,*
- *uvođenje novih pojmova i veličina, otkrivanje njihovih veza i odnosa,*
- *formulacija fizičkih zakonitosti, izvođenje formule koja povezuje fizičke veličine relevantne za pojavu,*
- *povezivanje znanja iz fizike sa svakodnevnim životom,...*

***Funkcija zadataka:***

- *ponavljanje i utvrđivanje pređenog gradiva,*
- *proveravanje i ocenjivanje,*
- *sistematizacija i generalizacija gradiva.*

Krajnji cilj procesa rešavanja zadataka u fizici je da učenici nauče metode rešavanja zadataka, da svoja znanja prodube kao i da prošire razumevanja fizičkih pojava i zakona. Na taj način oni razvijaju sposobnost obavljanja misaonih operacija jer je proces rešavanja računskih zadataka u fizici složen i specifičan proces, u kome se nastoji, da na osnovu opisa pojava, datih uslova i podataka u zadatku, učenici primene poznate fizičke zakone, teorije i definicije, i jednim skladom logike i matematike odrede nepoznatu veličinu.

U ovom radu data je klasifikacija zadataka kao i opšti metodički put za njihovo rešavanje islustrovan primerima. Navedeni su primeri zadataka iz geometrijske optike koji su namenjeni učenicima osnovnih škola. U radu su takođe navedeni neki rešeni primeri koji bi mogli da se rade na časovima dodatne nastave sa učenicima koji se pripremaju za takmičenje iz fizike ili sa onima koji žele da svoja znanja iz fizike prošire.

## 2. ZNAČAJ, ULOGA I KLASIFIKACIJA ZADATAKA

Ako učenici svoja znanja na bilo koji način ne koriste, smatra se da su ta znanja samo formalna. Zato je u nastavi fizike potrebno koristiti rešavanje zadataka koji će biti proces i metoda za primenu stečenih znanja.

Danas se opravdano smatra da nijedna definicija, zakon, formula ili teorija nisu trajno usvojeni ako ih učenici samo znaju a ne upotrebljavaju. Postalo je jasno da fizički smisao definicija ili zakona učeniku postaje razumljiv tek kada ga više puta koristi na konkretnim primerima, kroz zadatke. Tek u tom procesu, rešavanja zadataka, stiču se dublja i potpunija znanja. Tada formula postaje jasna, znanja osmišljena a kao rezultat nastaje veća retencija znanja.

Šta se postiže rešavanjem zadataka? Na prvom mestu povećava se interesovanje za fiziku i razvija logičko mišljenje, podstiče na inicijativu i upornost u savlađivanju teškoća, jača volja, stiče samostalnost u radu.

Značaj vežbanja u rešavanju zadataka u nastavi fizike sastoji se u činjenici da se postiže između ostalog:

1. konkretizacija i osmišljavanje teorijskih znanja,
2. povezivanje stečenih znanja sa svakodnevnim životom,
3. sticanje navika za obavljanje misaonih operacija,
4. razvijanje samostalnosti i urednosti,
5. produbljivanje i utvrđivanje znanja,
6. razvijanje interesovanja za sam predmet fizike.

Važan preduslov za korektnu primenu zadataka u nastavi fizike jeste adekvatan izbor zadataka koji će služiti za primenu stečenih znanja. Postoji različita klasifikacija zadataka:

- Prema didaktičkom cilju ( trenažni, stvaralački i kontrolni)
- Prema načinu zadavanja uslova (tekstualni, zadatak-grafik, zadatak-crtež, zadatak-ogled)
- Prema stepenu težine (jednostavni, složeni i kombinovani)
- Prema načinu rešavanja ( kvalitativni, grafički, eksperimentalni, kvantitativni)

U metodičkoj literaturi postoji podela zadataka iz fizike prema sledećim osobinama:

1) po karakteru zahteva;
2) po sadržaju;
3) po načinu postavke i rešavanja;
4) prema postavljenim ciljevima.

Po načinu izražavanja uslova zadataka i metodama rešavanja iz fizike, moguće ih je podeliti na:

1) tekstualne;
2) eksprimentalne;
3) grafičke.

Po sadržaju zadatke delimo na:

1) istorijske;
2) tehničke;
3) interdisciplinarne.

U zavisnosti od načina klasifikacije jedan zadatak može biti ubrajan u različite klasifikacije. Iz ovoga proizilazi da je vrlo teško izvršiti strogu klasifikacija zadataka.

U posebnu vrstu zadataka spadaju domaći zadaci u koje može biti uvršćen svaki zadatak iz podele. Karakter svakog može da se zaključi iz naziva.

### a. Kvalitativni zadaci

Zovu se još i zadaci pitanja, i u njima nema podataka sa brojnim vrednostima i do njihovog rešenja se ne dolazi primenom matematičkog aparata, već je rešenje dato samo u obliku odgovora koji se mora obrazložiti. Te zadatke nazivamo i " logički zadaci ". Ovi zadaci se ne mogu rešiti primenom formalno usvojenog znanja, bez pravilnog i potpunog uvida u sve uzročno-posledične veze. Bez logičkog rasuđivanja i pravilnog zaključivanja neće biti ni rešenja ovakvog tipa zadatka.

Ovakvi zadaci mogu biti zadati samo tekstom, grafički u vidu crteža ili u vidu opisa eksperimenta. Mogu biti lakši ali i teški, skoro problemski zagonetni. Treba prvo shvatiti suštinu problema a zatim uspostaviti relaciju između datog i traženog kako bi došli do pravilnog odgovora. Uvek kada je to moguće treba uraditi pomoćni crtež. Za odgovor potrebno je imati nekoliko argumenata koji će uverljivo pokazivati ispravnost odgovora.

### Primeri kvalitativnih zadataka

1. Koja tela nemaju senke?

***<u>Analiza:</u>***

*Da bi učenici na ovo pitanje odgovorili potrebno je da znaju kada nastaje senka, kao i koja tela spadaju u providna a koja u neprovidna. Da bi senka nastala potrebno je da su tela neprovidna jer senka nastaje iza neprovidnog tela koji je osvetljen tačkastim izvorom svetlosti u čiji prostor ne dopire ni jedan svetlosni zrak. Ako su tela provodna onda će svetlost koja dolazi od izvora proći kroz telo i senke neće biti.*

*Ovaj zadatak spada u lakše zadatke i rade ga uglavnom svi učenici.*

***<u>Rešenje:</u>***

***Kako kroz provodna tela svetlost prolazi to znači da ona nemaju senku.***

2. Kako se u toku sunčanog dana može odrediti poluprečnik krivine izdubljenog ogledala?

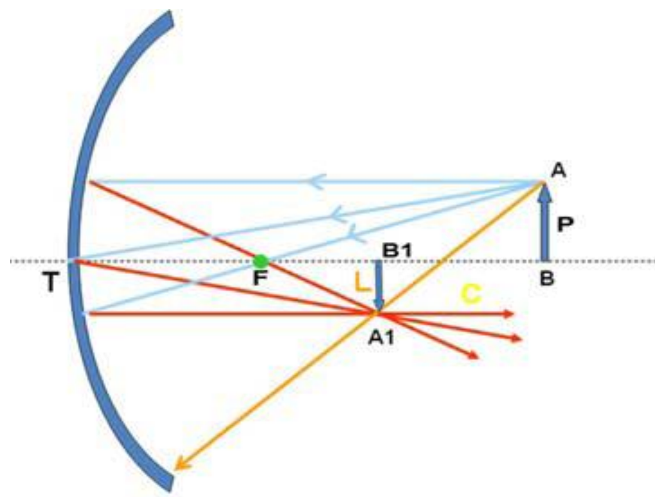
***<u>Analiza:</u>***

*Ovakav tip zadatka spada u grupu zadataka srednje težine. Da bi učenici rešili ovaj zadatak, potrebno je da znaju koje elemente treba koristiti da bi se konstruisao lik predmeta kod izdubljenog ogledala. Kada se konstruiše lik predmeta treba znati kako će se kretati karakteristični zraci posle odbijanja od ogledala. Za konstrukciju likova koristimo sledeće karakteristične zrake:*

1) *zraci koji dolaze do ogledala paralelno sa glavnom optičkom osom , odbijaju se i posle odbijanja prolaze kroz žižu,*
2) *zraci koji prolaze kroz žižu posle odbijanja nastavljaju da se kreću paralelno sa glavnom optičkom osom,*

3) *zraci koji prolaze kroz centar krivine istim putem se vraćaju posle odbijanja od ogledala,*
4) *zraci koji dolaze do temena ogledala odbijaju se po zakonu odbijanja pod istim uglom u odnosu na upadni ugao.*

*Na slici 2.1.1 prikazani su karakteristični zraci kod sfernih ogledala.*




**Slika 2.1.1**

*Potrebno je znati da su zraci koji dolaze od Sunca međusobno približno paralelni i da će posle odbijanja od ogledala prolaziti kroz žižu. Pošto će kroz žižu proći zraci posle odbijanja ona će predstavljati najsvetliju tačku dobijenu na zaklonu koji se nalazi ispred ogledala i koji pomeramo. Znajući da je poluprečnik krivine sfernih ogledala dva puta veći od žižne daljine merenjem rastojanje od temena ogledala do žiže i njegovim dupliranjem dobiće se poluprečnik krivine ogledala.*

***Rešenje:***

***Pošto su Sunčevi zraci međusobno približno paralelni, posle odbijanja od izdubljenog ogledala oni će prolaziti kroz njegovu žižu. Žižu ogledala, dakle, predstavlja najsvetlija tačka dobijena na zaklonu koji pomeramo ispred ogledala. Kako je poluprečnik krivine sfernog ogledala dva puta veći od žižne daljine ogledala, merenjem rastojanja od temena ogledala do žiže i njegovim množenjem sa dva dobija se poluprečnik krivine ogledala.***

### b. Grafički zadaci

Grafički zadatak je onaj koji na bilo koji način uključuje korišćenje ili izradu odgovarajućeg grafika, koji može biti sadržan u uslovu zadatka, postupku rešavanja zadatka ili biti rešenje zadatka. Rešavanje zadataka uz pomoć grafika je u odnosu na algebarsko rešavanje zadataka je lakše, brže i očiglednije. Ako se zadatak rešava pomoću grafika lakše se uočavaju funkcionalne veze pa se bolje prikazuju nego upotrebom matematičkih formula.

Ovakvi zadaci omogućavaju učenicima da se osposobljavaju za rad sa graficima, njihovom očitavanju i crtanju. Kada rade ovakve zadatke prolaze kroz uobičajene etape rešavanja zadataka: analiza uslova, uspostavljanje veza između datih i traženih veličina, dobijanje i diskusija rešenja.

### c. Eksperimentalni zadaci

U ovu grupu zadataka spadaju zadaci:

1) u kojima se traži eksperimentalna provera rešenja,
2) za čije rešenje je neophodno da se bar jedan od potrebnih podataka odredi eksperimentalnim putem,
3) čiji uslovi ne sadrže nikakve podatke sa brojnim vrednostima dok se rešenja dobijaju eksperimentalnim putem,
4) koji slikom ili šemom prikazuju situaciju u nekom eksperimentalnom radu, odgovor se daje u pisanoj formi ili usmeno na pitanja teorijskog ili eksperimentalnog karaktera.

Značaj ovakvih zadataka izuzetno je velik, jer njih učenici vrlo rado rešavaju i često povezujući teoriju i praksu razvijaju posmatračke sposobnosti i umeća te stiču osnovnu tehničku kulturu.

Na žalost, često većina časova fizike protekne sa vrlo malo ovakvih zadataka. Činjenica je da su škole neopremljene potrebnim sredstvima kao i da za bilo kakav rad ovog tipa odeljenja ne bi trebalo da budu brojna, jer je nemoguće u tom slučaju primeniti ovakav tip zadatka na času.

### Primeri eksperimentalnih zadatka

1. Kako se može za vreme sunčanog dana pomoću vertikalnog štapa, kanapa i uglomera, u datom trenutku, izmeriti ugao pod kojim padaju Sunčevi zraci na Zemlju?

***<u>Rešenje:</u>***

***Ovakav tip zadatka spada u grupu zadataka srednje težine.***

***Jedan od načina da se odredi traženi ugao mogao bi da bude sledeći: u vrh vertikalno pobodenog drvenog štapa koji obasjava Sunce treba kroz jedan kraj kanapa ukucati ekserčić. Drugi kraj kanapa treba pričvrstiti u tački na horizontalnoj podlozi do koje dopire senka. Na kraju se uglomerom izmeri ugao između kanapa i podloge. Dobijena vrednost jeste vrednost ugla koji Sunčevi zraci u posmatranom trenutku zaklapaju sa horizontom.***

2. Da li je i na koji način moguće za vreme sunčanog dana na osnovu dužine senke drveta ili nekog drugog objekta odrediti njihovu visinu?

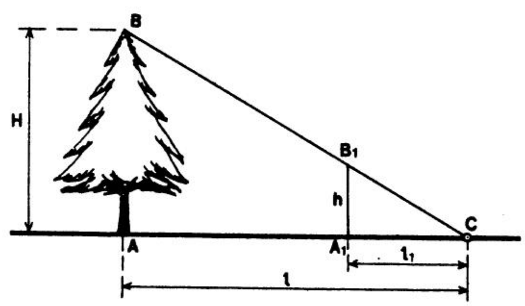
***<u>Rešenje:</u>***

***Ovakav tip zadatka spada u grupu težiih zadataka.***

***Prvo se izmeri dužina senke vertikalnog štapa $A_1C= l_1$, čija je visina $A_1B_1= h$ poznata. Zatim se izmeri dužina senke drveta $AC = l$. Iz sličnosti trouglova ABC I $A_1B_1C_1$ sledi proporcija:***

$$\frac{H}{h}=\frac{l}{l_1}$$

***Odavde može da se izrazi visina drveta:***




$$H=\frac{hl}{l_1}$$

### d. Kvantitativni ( računski ) zadaci

Kod ovih zadataka se odgovor na pitanje ne može dobiti bez primene odgovarajućih formula, obavljanja niza matematičkih operacija i numeričkog izračunavanja. Rešavanje ovih zadataka nije moguće bez kvalitativne analize na koju se nadovezuje kvantitativna analiza i određivanje nepoznatih fizičkih veličina upotrebom matematičkih operacija.

Rešavanje računskih zadataka je od veoma velike važnosti u izučavanju fizike. Međutim u našoj nastavnoj praksi postoji veoma velika neujednačenost u pogledu obima i kvaliteta rada na rešavanju računskih zadataka. Dok se u nekim školama izuzetna važnost predaje ovakvim zadacima u drugim jedva da su zastupljeni. Pogotovo kada su u pitanju domaći zadaci. Kod prethodne grupe zadataka ( eksperimentalni ) problem je u nedovoljnoj opremljenosti škola ili brojnosti odeljenja, najčešće, dok za ovu vrstu zadataka to nije razlog. Najčešće se najteži zadaci zadaju za rad kod kuće i ukoliko učenici ne znaju da ih urade nastavnici ne pokazuju učenicima kako ih treba uraditi. Još drastičnija mera bi bila da se na času rade zadaci koji spadaju u lake ili srednje teške a da se na proveri znanja, zadaju samo oni koji spadaju u veoma komplikovane. Mali broj nastavnika zaista pravilno primenjuje metodiku izvođenja vežbanja u rešavanju računskih zadataka.

Pri izboru zadatka treba voditi računa o sledećem:

1) izabrati zadatke od ponuđenih koji se nalaze u zbirci zadataka za rad na samom času kao i zadatke koje će nastavnik zadati za samostalan rad kod kuće,
2) naučiti učenike da u rešavanju zadataka idu dobrim metodičkim putem,

3) dobro proučiti koji zadaci u određenoj tematskoj oblasti postoje i utvrditi njihove karakteristike,
4) dati posebne napomene u vezi sa rešavanjem zadataka iz određene oblasti,
5) naglasiti koji su osnovni pojmovi, zakoni i formule pomoću kojih se zadaci iz date oblasti uspešno rešavaju,
6) uputiti učenike na način vežbanja zadataka.

Za računske zadatke postoji veliki broj zbirki zadataka. Izbor iste, danas zavisi od same sklonosti nastavnika ka nekom izdavaču ili prosto načinu na koji su zadaci prilagođeni potrebama učenika. Skoro svaki udžbenik praćen je odgovarajućom zbirkom zadataka, tako da i to olakšava samo uvežbavanje zadataka, omogućavajući da se neke nedoumice otklone upotrebom udžbenika. Kada je dobro odabrao zbirku, treba pristupiti odabiru zadataka koji nije uvek lak.

Zadaci koji se rade bilo na času ili kod kuće za domaći zadatak treba da budu:

1) takvi da se u toku rešavanja osnovna pažnja poklanja fizičkoj strani zadatka, da se razumeju uslovi, odvoji bitno od nebitnog, uoče osnovni fizički procesi, primene važni fizički zakoni,
2) da se izbegavaju zadaci u kojima se suviše vremena troši na obavljanje složenih matematičkih operacija,
3) od lakših ka težim, uz poštovanje principa postupnosti i sistematičnosti,
4) u okviru iste teme zadaci moraju biti povezani, odnosno rešavanje novih zadataka mora biti zasnovano na nekim znanjima prethodno rađenih zadataka kao i da daju mogućnost za uočavanje sličnosti i razlika novog i poznatog,
5) ne samo zadatke koji konkretizuju primenu teorijskih znanja već i one koji pomažu u razvijanju sposobnosti mišljenja i motivišu učenike na rešavanje zadataka.

Osnovni problem sa metodikom vežbanja računskih zadataka u našoj školskoj praksi je ta, da učenici suštinski ne nauče da rešavaju zadatke nego se rešavanje zadataka svodi na to da koriste, prema nepoznatim veličinama “spasonosne formule”. Što je najgore sami nastavnici ih često tako nazivaju. Takav način rada nije dobar, jer se na taj način samo prave formalni pokušaji i probe a ne ulazi se u samu problematiku.

Karakteristika podstojećih zbirki zadataka je da se njima daju gotova rešenja, data ili kao kompetno rešenje ili samo ukazuju koji se fizički zakon koristi, tj formule, pomoću kojih se dobija odgovor na postavljena pitanja – zadatak.

Kada ne postoji kompletno rešenje zadatka vrlo često javlja se problem odakle početi sa njegovim rešavanjem. Vrlo često problem nije u tome kako koristiti neki zakon, već koji zakon odabrati. Umeti izabrati pravi zakon upravo pokazuje koliko su učenici ovladali konkretnom tematikom a ujedno je i dokaz o dubini razumevanja fizike. Za učenika je najteže da ukoliko znaju algoritam rešavanja objasne zašto baš primena upotrebljenog zakona dovodi do rešenja zadatka a ne neki drugi zakon.

Glavni problem u metodici rešavanja računskih zadataka je što se pravilnom rešavanju računskih zadataka ne posvećuje dovoljna pažnja. Često se učenicima dozvoljava da korake preskaču, da izradu ne vrše po etapama, već da do rešenja dolaze, često bez potrebnog postupka. Time se zaboravlja da cilj rešavanja računskih zadataka nije doći do rešenja što pre, već ponoviti, uopštiti, proveriti znanje, razvijati mišljenje i sticati umeće.

Rešavanja zadataka vežba se toliko potrebna sistematičnost a ona se može steći ako nastavnik stalno zahteva da se pri rešavanju zadataka uvek utvrđenim redosledom obavljaju potrebne operacije. Pri tome takav načina rada ne predstavlja korišćene propisane recepture, već je samo podrška i olakšanje učeniku. Nije u pitanju šablonsko rešavanje zadataka već samo potreba za postojanjem analize i diskusije zadatka, a to će se najlakše naučiti ako se uvek poštuje sistematičnost.

Proces vežbanja zadataka trebao bi da sadrži sledeće etape:

1) **Čitanje zadatka i pregledno zapisivanje datih, potrebnih i traženih podataka**

Podaci se upisuju jedan ispod drugog istovremeno dok se zadatak čita. Ova etapa zadatka jako je važna, jer ako se neka od zadatih veličina previdi to može dovesti do potpunog drugog toka u rešavanju zadatka. Za fizičke veličine podaci se daju cifarski, ponekad u opštim brojevima ili kao uslov koji se može matematički iskazati. Kada su svi zadati podaci zapisani podvlače se i nastavlja sa sledećom etapom

2) **Ako je to moguće izrada pomoćnog crteža uz skraćeno ponavljanje zahteva zadatka**

Ponavljanje zahteva svodi se na crtanje slika ne samo kada ona nije data u zadatku nego kada je slika sastavni deo zadatka. Na ovoj etapi treba uvek insistirati, jer se time pokazuje stepen razumevanja zadatka, što je potrebno.

3) **Analiza uslova i potraga za idejom za njegovu izradu**

Ova etapa svodi se na utvrđivanju postojeće povezanosti datih uslova zadatka i traženih zahteva sa ciljem da se preko upotrebe poznatih veličina odrede nepoznate veličine koje se u zadatku traže. Ovde se utvrđuju relevantne uzročno-posledične veze i izražavaju u matematičkom obliku kao jedna ili ako je to potrebno više jednačina.

4) **Dobijanje rešenja**

Za razliku od prethodne etape ova etapa predstavlja etapu matematičke prirode. Da bi se rešenje dobilo potrebno je izvršiti niz operacija koje omogućavaju da se tražena nepoznata izrazi preko poznatih veličina. Treba insistirati da se zadatak uvek rešava u opštim brojevima i da bi se rešenje takođe izrazilo u opštim brojevima.

5) **Provera rešenja svođenjem jedinica ili vršenje dimenzione provere**

Najlakše je pri izradi zadatka sa desne strane izraza uz brojne vrednosti svesti jedinice i ako se u tom slučaju ne dobije tražena jedinica verovatno je u nekom koraku napravljena greška, koja može biti slučajna ili je postupak rešavanja pogrešan. U svakom slučaju mora se izvršiti korekcija, najbolje ponavljajući etapu po etapu, jer se često greška ne može uvideti čitajući samo prethodni red zadatka.

6) **Zamena brojnih vrednosti i procena reda veličine rezultata potom izračunavanje**

Ako su jedinice dobro svedene vrši se zamena brojnih vrednosti i detaljno izračunavanje u cilju konačnog rešenja zadatka. Ako se pre izračunavanja brojne vrednosti grubo proceni red veličine i tu nastanu znatna odstupanja, treba izvršiti ponovnu proveru. Podaci moraju biti izraženi u SI jedinicama , izuzev onog slučaja kada su i u brojiocu i u imeniocu veličine iste prirode. Uvek treba voditi računa o načinu pisanja rezultata s obzirom na tačnost datih podataka.

7) **Diskusija rešenja**

Ova etapa podrazumeva odgovore na sledeća pitanja:

- Da li rezultat ima fizički smisao?
- Da li postoji mogućnost da se zadatak reši na neki drugi način?

Ako se ne vodi računa o fizičkom smislu učenici će dobijati rezultate koji neće odgovarati stvarnosti i vrlo često će to značiti da nisu dovoljno dobro savladali teorijske osnove da bi zadatak rešili. Nedostatak razumevanja fizičkog smisla često ide u prilog tome da se zadatak radi mehanički bez razmišljanja i ne vodeći računa o tome šta kao rezultat treba dobiti.

Jako je važno sa učenicima razmotriti da li je moguće zadatak rešiti i na neki drugi način, jer se često dešava da ne postoji samo jedan način da se zadatak reši. Treba ukazati na prednosti i nedostatke primenjenog postupka. Ovaj deo etape treba forsirati jer će se time kod učenika razvijati način razmišljanja koji je potreban u prirodnim naukama.

## Rešavanje kvantitativnih zadataka

Dobro rešiti zadatak znači razumeti ga, utvrditi poznate i nepoznate veličine, upotrebiti odgovarajuće zakone i dobiti korektno rešenje. Da bi se zadaci sa lakoćom radili potrebno je u toku nastavnog procesa iste uvežbavati i to uvek od onih najjednostavnijih do onih najzahtevnijih.

Jednostavniji zadaci rade se na časovima izučavanja novog gradiva u etapi uvežbavanja i tada je skoro uvek potrebno da nastavnik pruža učenicima direktnu pomoć u rešavanju. Za rešavanje složenijih zadataka koji se rade na časovima koji su za to predviđeni ili u okviru domaćih zadataka, nastavnik bi trebao da da neke uvodne napomene koje bi obuhvatale:

1. ***Najčešće tipove zadataka u toj oblasti***

Dobro bi bilo ukazati učenicima na zadatke iz zbirke zadataka iz date oblasti, vodeći računa da izabrani zadaci sadrže lakše, srednje teške i zahtevne zadatke. Time će se učenicima skrenuti pažnja šta je to šta treba uvežbati i u kom obimu treba raditi zadatke. Ako je procena nastavnika da pored zadataka iz zbirke zadataka, treba zadati još neke tipove istih, vrlo često se učenicima daju zadaci u okviru nastavnih listića koji se rade ili na času ili kod kuće. Bez obzira gde se rade zadaci potrebno je da budu objašnjeni ako je potreba za tim nastala. Kako rešenje učenici nemaju, nastavnik bi trebao da na narednom času ili na kraju časa kada se zadaci rade, rešenja kaže i objasni postupak.

2. ***Najčešće greške i nedostatke u znanju učenika kod rešavanja zadataka te oblasti***

Često se dešava da se greške koje učenici prave iz godine u godinu ponavljaju. Zato nastavnik na njih ukazuje učenicima da bi se neke izbegle i što lakše do rešenja došlo. Nije uvek greška tipa nepažnje već se često dešava da znanje učenika koje je potrebno iz matematike nije dovoljno da bi mogli uspešno rešiti zadatak. Nastavnik bi tada trebao da ako mogućnosti dozvoljavaju, objasni matematičke postupke, a ako ne upotrebom poznatog matematičkog aparata pomogne u rešavanju problema.

3. ***Osnovne formule i zakone***

Ovaj deo ne bi trebao da znači puko ispisivanje formula i slepo pridržavanje, nego samo kao podsetnik šta bi se sve moglo upotrebiti za rešavanje zadatka.

4. ***Primere za demonstraciju metodike rešavanja***

Uvek je dobro da nastavnik pokaže na konkretnom primeru rešenje nekog zadatka, jer će se tako učenici podsetiti na šta treba da obrate pažnju i većini če biti mnogo lakše da dalje zadatke nastave da rešavaju sami, u zavisnosti od stepena usvojenosti teorijskih znanja.

Posle obrade novog gradiva novog zakona ili fizičke veličine, radi njihove konkretizacije, jako je dobro uraditi nekoliko zadataka za uvežbavanje. To su jednostavni zadaci koji obuhvataju jednu pojavu ili jedan zakon. Pri rešavanju ovih zadataka vrši se prostija analiza i jednostavnije izračunavanje uz korišćenje jedne, najviše dve formule. U početku zadaci treba da sadrže takve brojčane podatke da bi izračunavanja povezana sa njihovim rešavanjem mogla da se izvrše usmeno. Ovakvo, usmeno rešavanje zadataka, aktivira pedagoški proces, pomaže da se dublje shvate sadržaji pojedinih pojmova, da se objasni funkcionalna zavisnost među veličinama i sl.

Za kratko vreme ovakvih uvežbavanja učenici usvoje taj pojam, odgovaraju sigurno i vrše izračunavanja u određenim jedinicama.

Od zadataka koji se rešavaju usmeno, jednom računskom radnjom, postepeno se prelazi na zadatke koji se rešavaju sa dve, tri računske radnje i kasnije na kombinovane zadatke.

***Zadaci za uvežbavanje*** zadaju se i za domaći zadatak da bi učenici utvrdili i zapamtili nove termine, da bi utvrdili pojmove i definicije, da bi zapamtili formule, da bi naučili nazive jedinica i nekih fizičkih konstanti, da bi naučili da u formule zamenjuju brojne vrednosti u jedinicama međunarodnog sistema i na kraju, da bi kod učenika razvijali navike za rešavanje zadataka iz fizike.

***Kombinovani zadaci*** su složeniji zadaci za čije rešavanje treba primeniti više zakona i formula iz raznih oblasti fizike. Ovi zadaci su najpodesniji za uopštavanje gradiva, za produbljivanje učeničkih znanja i proširivanje njihovih predstava o univerzalnosti fizičkih pojmova i zakona (na primer, zakona o održanju energije). Pomoću ovih zadataka povezuje se novo gradivo sa ranije pređenim, kao i razne oblasti fizike, a učenici se, rešavajući ih, navikavaju da samostalno odabiraju potrebne zakone i formule i koristeći ih nalaze pravilno rešenje. Rešavanjem kombinovanih zadataka pojmovi koji su kod učenika oformljeni pri obradi, na primer, gradiva iz mehanike, obogaćuju se, proširuju i produbljuju ako ih primenjujemo pri obradi zvučnih, toplotnih, električnih i drugih pojava.

### Kriterijumi složenosti zadatka

Kriterijume složenosti zadataka možemo podeliti na subjektivne i objektivne.

***Subjektivni*** kriterijumi složenosti obično se svode na subjektivnu procenu učenika ili nastavnika da li je neki zadatak težak ili lak. Ova procena uglavnom se bazira na činjenici da li je učenik znao da reši zadatak ili ne .

***Objektivne*** kriterijume procene težine zadataka možemo takođe podeliti u dve grupe, i to na apsolutne i relativne.

***Apsolutni*** kriterijum složenosti zadataka predstavlja broj logičkih i matematičkih operacija koje treba izvršiti pri rešavanju zadataka, kao i koliko su te operacije standardne. Zadaci sa manjim brojem standardnih operacija predstavljaju zadatke sa manjim stepenom složenosti takozvane lake zadatke.

***Relativni*** kriterijumi složenosti predstavljaju stepen povezanosti matematičkih i logičkih operacija. Kod jednostavnih zadataka koriste se logičke i matematičke operacije koje većina učenika može da koristi. Za rešavanje zadataka većeg stepena složenosti koriste se operacije koje koriste oni učenici koji su daroviti za fiziku.

### Analiza zadatka po stepenima složenosti

Zadatke uopšte prema stepenu složenosti možemo podeliti u tri nivoa:

***Prvi nivo*** čine zadaci sa najmanjim stepenom složenosti. U ovu grupu ubrajamo one za čije je rešavanje dovoljna jedna ili dve logičke operacije i nekoliko matematičkih standardnih operacija.

***Drugi nivo*** su zadaci većeg stepena složenosti. U ove zadatke spadaju oni sa više od tri logičke operacije od kojih neke mogu biti vezane i za drugu nastavnu temu koja se izučava iste godine. Ovde se podrazumeva nekoliko matematičkih operacija od kojih ne moraju biti sve standardne.

***Treći nivo*** su zadaci sa najvećim stepenom složenosti. Ovde ne samo da se broj logičkih operacija povećava nego su u zadatku moguće i logičke operacije koje se izučavanje ranijih godina učeničkog školovanja. Kod ovog tipa zadatka vema se često neka logička operacija vezuje za sliku koju treba koristiti za njegovo rešavanje. Pojedini zadaci uz tekst podrazumevaju sliku koju autor zadatka daje. Postoje zadaci koji ne sadrže sliku, ali je za njihovo rešavanje gotovo obavezno da se nacrta slika na osnovu teksta kako bi zadatak mogao biti rešen.

### e. Domaći zadaci

U nastavi fizike posebnu ulogu imaju domaći zadaci. Oni predstavljaju jedan od osnovnih oblika samostalnog rada koji predstavlja prirodan i logičan nastavak časa. Izradom domaćih zadataka učenici spontanije ispoljavaju svoje znanje, mogućnosti i sposobnosti u domaćem prirodnom ambijentu. Domaće zadatke nastavnik zadaje u okviru svakog nastavnog časa. Zadaci treba da budu primereni i po težini i obimu i usklađeni s aktuelnim sadržajem nastave. Oni ne mogu da budu odabrani slučajno, već tako omogućavaju učenicima da dublje i konkretnije razrade i shvate fizičke pojave i njihove zakonitosti. Svaki nastavnik treba da zna koja mesta u nastavnoj građi treba da budu pokrivena domaćim zadacima. To se odnosi kako na teorijske probleme, tako i na tehničko – praktičnu primenu usvojenog znanja. Bez obzira na to koliko bili savremeni nastavni časovi fizike, oni su vremenski ograničeni. Za samostalno uvežbavanje, ponavljanje pređenog gradiva, njegovu konkretizaciju, primenu u praksi i životu, samoocenjivanje sopstvenog znanja, uvek nedostaje vreme. Domaći zadaci, sve to u određenim razmerama nadoknađuju. Oni su na taj način, u izvesnom smislu produženi oblik nastave, neophodan za dobijanje dubljih i trajnih znanja. Nastavnik planira domaće zadatke u svojoj redovnoj pripremi za čas. Prilikom odabira zadataka, neophodno je težinu zadataka prilagoditi mogućnostima prosečnog učenika i dati samo one zadatke koje učenici mogu da reše bez tuđe pomoći. Domaći zadaci odnose se na gradivo koje je obrađeno neposredno na času (1 do 2 zadatka) i na povezivanje novog gradiva sa prethodnim (1 zadatak). Analiza rešenih zadataka vrši se na prvom sledećem času, kako bi učenici dobili povrtanu informaciju o uspešnosti svog samostalnog rada i na taj način utvrdili grešku u izradi i otklonili nejasno i nenaučeno.

### f. Zašto je potrebno raditi zadatke iz fizike ?

Fizika je jedna od prirodnih nauka koja proučava i objašnjava prirodne pojave: mehanička kretanja, toplotne pojave, električne, magnetne, svetlosne, strukturu materije... U okviru teorijske nastave fizike upoznajemo se sa fizičkim veličinama i fizičkim zakonima. Ako znamo da pravilno saopštimo definiciju neke veličine ili znamo da napišemo formulu koja odgovara nekom fizičkom zakonu, to ne znači da smo zaista stekli saznanje o tim pojmovima ili pojavama niti da smo ih razumeli. Znanje je pravo onda kada umemo i da ga upotrebimo: za izračunavanje vrednosti neke veličine, objašnjenje nekog poznatog primera koji je poznat iz svakodnevnog života, a u udžbeniku se ne spominje konkretno. Upravo tome – da znanje ne bude samo formalno i pasivno, nego aktivno i primenjivo, treba da doprinesu, između ostalog, i računski zadaci.

Važno je raditi zadatke da bi:

- čestim korišćenjem pojmova i formula učenici utvrdili znanje o fizičkim veličinama i zakonima i trajno ih zapamtili;
- analizirajući postavljeni problem bolje uočavali povezanost pojava, čime se znanje proširuje i postaje „kvalitetnije";
- rešavajući konkretne primere iz svakodnevne prakse sagledali značaj fizike i potrebu za njenim učenjem;
- razvijali sposobnost mišljenja, povezivanja , zaključivanja, što je bitno ne samo u fizici nego u svakoj životnoj situaciji;
- učenici bili osposobljeni za samostalan rad i samostalnim radom isticali i razvijali svoju originalnost;
- uspešnim rešavanjem težih zadataka stekli samopouzdanje, zavoleli fiziku i poželeli da rade i napreduju i više od onog što zahteva obavezan školski program.

Kao što je to već navedeno u radu u našem školskom sistemu ne postoji ujednačenost u nastavnom procesu kada je fizika u pitanju. Dok se u nekim školama izuzetna važnost pridaje izradi zadataka bilo koje vrste, u drugim skoro i da se ne pominju. Učenici završavaju osnovnu školu a da na žalost nemaju elementarnu predstavu šta je zadatak i kako ga pravilno treba rešiti. To je ozbiljan problem koji dovodi do toga da se u kasnijem nastavnom procesu takav nedostatak ne može nadoknaditi. Često se dešava da takvi učenici, koji se prvi put sa zadacima sreću u srednjoj školi, nisu u stanju da reše ni one najjednostavnije zadatke.

Ovaj zaista veliki problem moguće je rešiti jedino ako oni koji rade posao nastavnika shvate značaj izrade i vežbanja zadataka u fizici i podsete se kako bi trebao da teče svaki čas fizike. Potrebno je u nastavnom procesu jednako posvetiti pažnju kako teoriji tako i njenoj primeni kroz sve vrste zadataka. Tako će časovi biti i zanimljivi a i imati svoju svrhu, a to je primeniti znanja da ona ne budu samo formalna.

Pored problema da se zadaci ne rade u dovoljnoj meri ili nikako, postoji i problem neadekvatno odabranih zadataka. Nastavnik bi o tome morao da vodi računa, jer se često događa da zadaci koji se rade na časovima ne odgovaraju uzrastu. Tako se na primer od učenika osnovnoškolskog uzrasta često traži da znaju izradu zadataka koji se rade u srednjoj školi. To nije dobro odabran put, jer se na taj način čak i kod onih boljih učenika stvara odbojnost prema fizici i nesigurnost u samostalnom radu. Takvi zadaci se mogu raditi na časovima dodatne nastave a ne treba da budu sastavni deo kontrolnih i domaćih zadataka.

Ovakve probleme moguće je rešiti, treba se samo prodržavati plana i programa u kome je sve ovo i navedeno. Nastavnik može i treba da ima slobodu u kreiranju časa ali se mora pridržavati nastavnog plana. Tako će najlakše zadovoljiti svim zahtevima nastavnog procesa, a rezultati neće izostati.

# 3. GEOMETRIJSKA OPTIKA

Kako je tema ovog rada izrada računskih zadataka iz geometrijske optike potrebno je osvrnuti se na godišnji plan nastave fizike za osmi razred osnovne škole, kada se optika izučava ( Tabela 3.1 ).

Geometrijska optika zastupljena je sa 15 časova, koje čine časovi obrade novog gradiva, časovi namenjeni uvežbavanju računskih zadataka i časovi određeni za izradu laboratorijskih vežbi. Na kraju obrađene teme radi se pismena provera znanja koja obuhvata srazmeran broj kako kvalitativnih tako i kvantitativnih zadataka.

Literatura koja se uglavnom koristi su preporučeni udžbenik i prateća zbirka zadataka, koju nastavnik koristi po izboru. Sem zbirke zadataka i udžbenika pokazalo se kao veoma korisno, upotreba radnih svesaka u kojima su zastupljeni zadaci svih nivoa i tipova kao i laboratorijske vežbe, te predstavljaju sredstvo koje ako je to moguće treba koristiti.

Često u nedostatku zadataka koje nastavnik smatra da treba uraditi ili kroz rad na času ili kroz rad kod kuće, učenici dobijaju zadatke koji se nalaze na nastavnim listićima. Ovakvi zadaci mogu služiti i za podsticanje aktivnosti učenika, ako se rade na času, jer njihovom izradom uvežbavaju naučeno a mogu ih raditi samostalno ili uz pomoć nastavnika.

**Svetlosne pojave - deo nastavnog plana iz fizike za osmi razred osnovne škole**

| R.B. | NASTAVNA JEDINICA | TIP ČASA |
|---|---|---|
| 1. | Svetlost (osnovni pojmovi). Pravolinijsko prostiranje svetlosti. | ONG |
| 2. | Zakon odbijanja svetlosti. Ravna ogledala. | ONG |
| 3. | Prostiranje svetlosti. Ravna ogledala. | UTVR. |
| 4. | Sferna ogledala i konstrukcija likova predmeta. | ONG |
| 5. | Sferna ogledala. Konstruktivni zadaci. | UTVR. |
| 6. | Brzina svetlosti u različitim sredinama. Zakon prelamanja svetlosti. | ONG |
| 7. | Totalna refleksija. | ONG |
| 8. | Zakon prelamanja svetlosti. Totalna refleksija. | UTVR. |
| 9. | Prelamanje svetlosti kroz prizmu i sočiva. | ONG |
| 10. | Konstrukcija likova predmeta kod sočiva. | ONG |
| 11. | Sočiva. Kostruktivni zadaci. | UTVR. |
| 12. | Optički instrumenti.Lupa i mikroskop. | ONG |
| 13. | Sistematizacija teme:Svetlosne pojave. | UTVR. |
| 14. | Labor. vežba: Provera zakona odbijanja svetlosti korišćenjem ravnog ogledala | UTVR. |
| 15. | Labor. vežba: Određivanje žižne daljine sabirnog sočiva. | UTVR. |

***Tabela 3.1***

**Zakoni geometrijske optike**

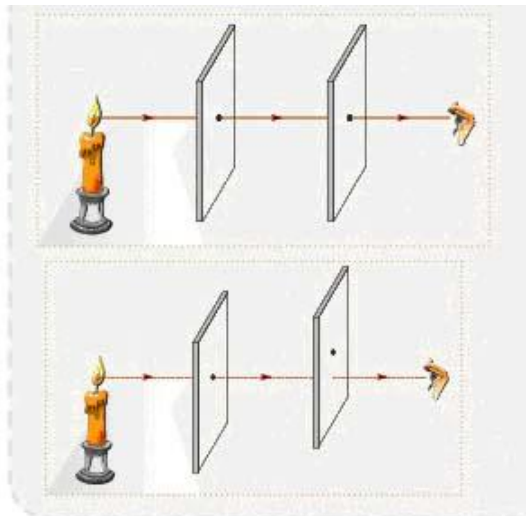
Na određenom stupnju razvoja optike, kada još nije bila poznata prava priroda svetlosti, uvedene su, a kasnije i prihvaćene, izvesne idealizacije pojma svetlosnog zrak, na kojima se zasniva **geometrijska optika**. Takvom svetlosnom zraku nisu pripisana fizička svojstva, što je daleko od stvarnosti. Analize nekih svetlosnih pojava su izvođene, a i sada se izvode pomoću svetlosnih zrakova, zakona i teorema iz geometrije.Odatle i potiče naziv ovog dela optike.

Geometrijska optika i njene metode održale su se do danas i pored svojih nedostataka, jer se u njoj neke optičke pojave objašnjavaju na veoma jednostavan način, ne uzimajući u obzir složenu prirodu svetlosti.Ona se zasniva na četiri zakona geometrijske optike:

- ***Zakon pravolinijskog prostiranja svetlosti,***
- ***Zakon o nezavisnosti prostiranja svetlosti,***
- ***Zakon odbijanja svetlosti,***
- ***Zakon prelamanja svetlosti.***

## 3. 1. Zakon pravolinijskog prostiranja svetlosti

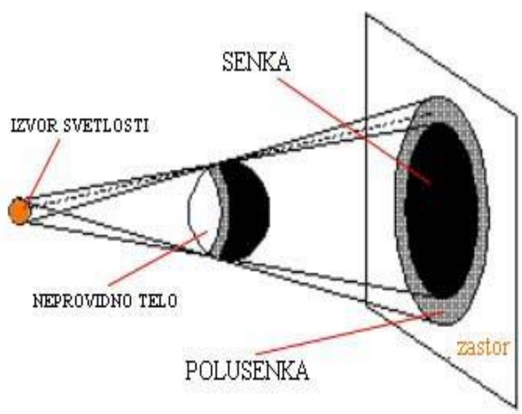
Svetlost se, za razliku od zvuka, može prostirati kroz sva tri agregatna stanja, ali i kroz vakuum. Brzina prostiranja svetlosti u vakumu iznosi oko 300 000 000 m/s. Putanje prostiranja svetlosti nazivamo svetlosnim zracima ( Slika 3.1.1 ).



***Slika 3.1.1***

Ako se između oka i bilo kog svetlosnog izvora postavi neprovidni predmet, svetlosni izvor se neće videti. Ovo se objašnajava time što se **svetlost u homogenoj sredini prostire pravolinijski.** Posledica je pojava **senki** i **polusenki**.

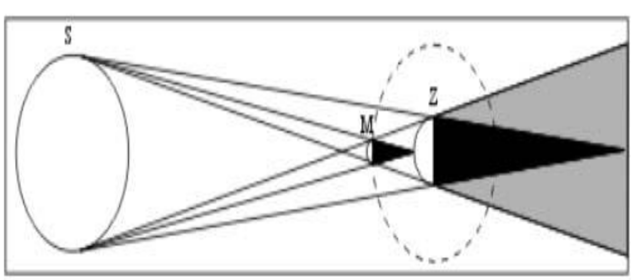
**Senka (** Slika 3.1.2 ) nastaje iza neprovidnog tela osvetljenog tačkastim izvorom svetlostu u čiji prostor ne dopire ni jedan svetlosni zrak. **Polusenka (** Slika 3.1.2 ) predstavlja deo prostora iza neprovidnog tela osvetljenog tačkastim svetlosnim izvorom u čiji prostor od izvora svetlosti stiže po neki svetlosni zrak.




***Slika 3.1.2***

Posledice pravolinijskog prostiranja svetlosti su pojave **Sunca i Meseca.**

Ako je raspored nebeskih tela kao na slici 3.1.3 Mesečeva senka pada na određena mesta na Zemlji i na njima dolazi do potpunog (totalnog) pomračenja Sunca.

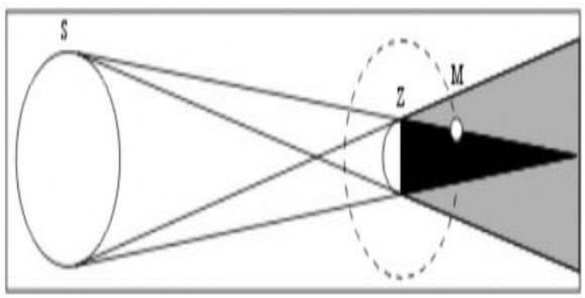



***Slika 3.1.3***

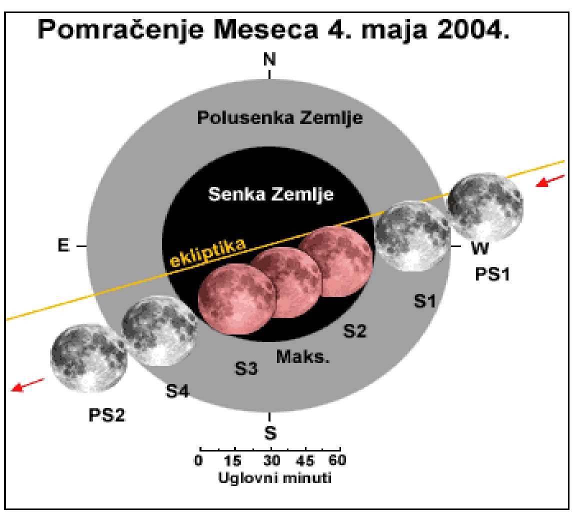
Na mestima na Zemlji koja se nalaze u Mesečevoj polusenci (veći krug na slici 3.1.4 ) dolazi do delimičnog pomračenja Sunca, a u malom kružiću koji izgleda kao tačkica na istoj slici ispod je potpuno (totalno) pomračenje Sunca.

***Slika 3.1.4***

Potpuno (totalno) pomračenje Meseca nastaje kada Mesec uđe u Zemljinu senku, a do delimičnog pomračenja dolazi kada se nađe u Zemljinoj polusenci . To je moguće samo onda ako se Mesec pri kretanju oko Zemlje nađe u pravcu Sunce – Zemlja – Mesec ( Slike 3.1.5 i 3.1.6 ).




***Slika 3.1.5***

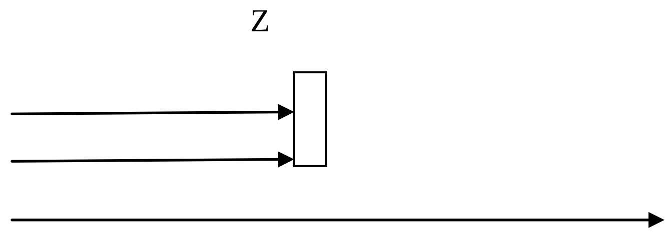



***Slika 3.1.6***

## 3. 2. Zakon o nezavisnosti prostiranja svetlosti

U geometrijskoj optici se smatra da se pojedini zraci u sastavu jednog svetlosnog snopa prostiru nezavisno, odnosno jedan zrak se prostire tako kao da drugi ne postoji. Ovo se može i eksperimentalno dokazati na sledeći način.

Ako se neprozračni zaklon Z ( Slika 3.2.1 ) postavi tako da na njega pada jedan deo svetlosnog snopa, videće se da drugi deo nastavlja prostiranje kao da od njega nije izdvojen jedan deo.




***Slika 3.2.1***

Ovaj eksperiment je potvrda **zakona nezavisnosti prostiranja svetlosti**, koji glasi:

| |
|---|
| ***Između pojedinih zrakova, u sastavu jednog svetlosnog snopa, nema međusobnog dejstva, te se oni prostiru nezavisno.*** |

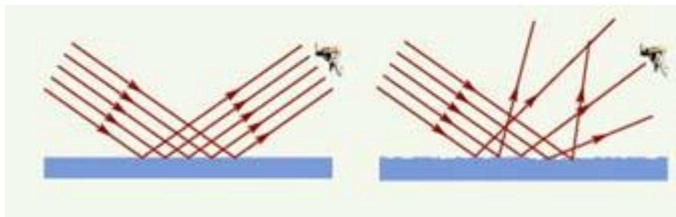
## 3. 3. Zakon odbijanja svetlosti

Zakon odbijanja svetlosti govori o promeni pravca prostiranja svetlosti na graničnoj površini dve optičke sredine gde se jedan deo odbija a drugi prelama. Obijanje svetlosti u prirodi često imamo prilike da vidimo ( Slika 3.3.1 ).

***Slika 3.3.1***

Ako paralelni zraci padnu na ravnu površ, oni će posle odbijanja takođe biti paralelni ( Slika 3.3.2 ). Ako isti zraci padnu na neravnu površ, oni će se posle odbijanja rasipati na sve strane ( Slika 3.3.3). Svetlost koja je odbijena od neravnih površi naziva se **difuzna svetlost**.

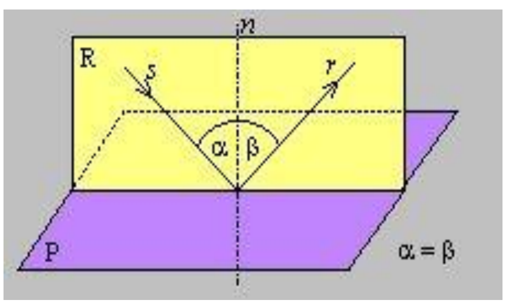
.



***Slika 3.3.2*** ***Slika 3.3.3***

Koji će deo svetlosti biti odbijen a koji prelomljen zavisi od prirode sredine, upadnog ugla i talasne dužine svetlosti.

Ako kroz tačku, u kojoj se zrak odbija od površine, povučemo normalu na tu površinu, ugao koji normala gradi sa upadnim zrakom, naziva se ***upadni ugao***, a ugao sa odbijenim zrakom, naziva se ***odbojni ugao*** (Slika 3.3.4).

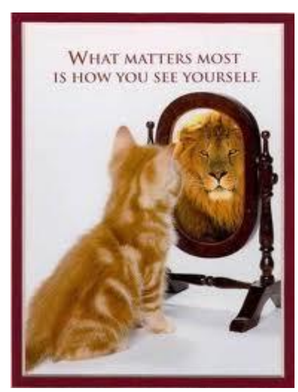



Upadni ugao jednak je odbojnom uglu α=β, pri čemu upadni zrak, normala i odbojni zrak leže u istoj ravni. Ovaj zakon predstavlja***, zakon odbijanja svetlosti***.

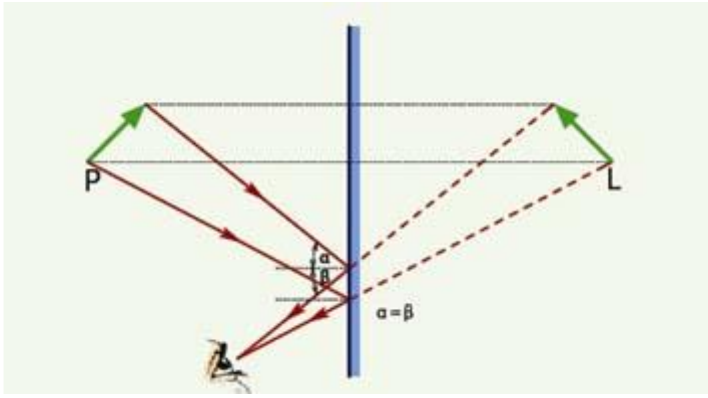
***Slika 3.3.4***

## 3. 4. Ravna ogledala

Ravna ogledala predstavljaju ravnu uglačanu reflektujuću površinu ( Slika 3.4.1 ). Svetlosni zraci koji padaju na ravno ogledalo odbijaju se prema zakonu odbijanja ( Slika 3.4.2 )

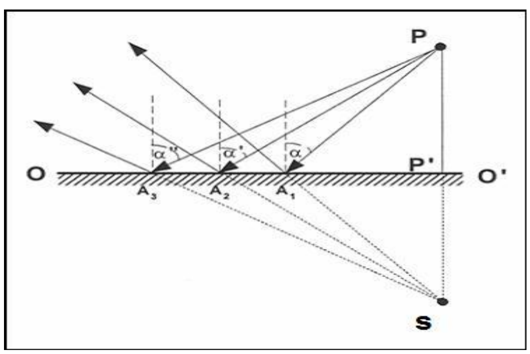



***Slika 3.4.1***




*Slika 3.4.2*

Prava OO' je ravno ogledalo ( Slika 3.4.3 ), a P svetli tačkasti predmet. Svi svetlostni zraci iz tačke P koji padaju na ogledalo odbiće se prema zakonu odbijanja. Svi zraci su posle odbijanja divergentni i to tako kao da dolaze iz zamišljene tačke L koja se nalazi iza ogledala. Tačka L naziva se lik tačke P. Njen položaj je simetričan sa položajem tačke P u odnosu na ogledalo. Pošto se u tački L ne seku odbijeni zraci nego njihovi geometrijski produžeci, takav lik se naziva imaginaran ili zamišljen. Taj lik je na istom rastojanju od ogledala kao i predmet.



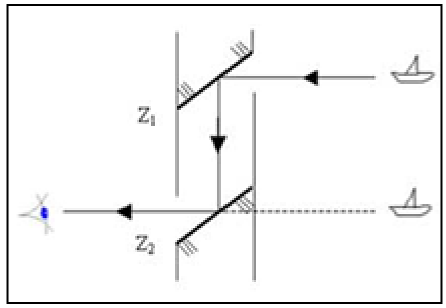

*Slika 3.4.3*

**Lik u ravnom ogledalu je**:

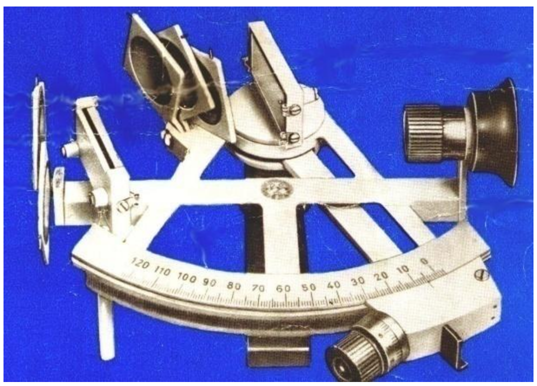
- imaginaran ,
- uspravan,
- jednake visine kao predmet,
- simetričan predmetu (ogledalska simetrija pri čemu su strane levo – desno zamenjene).

Ravna ogledala koristimo najčešće u domaćinstvu u toaletnim prostorima.

Jedna važna i relativno jednostavna upotreba ravnog ogledala je **periskop** ( Slika 3.4.4 ). To je koristan uređaj za posmatranje zaklonjenih objekata, npr. posmatranje površine mora iz podmornice i u rovovima za posmatranje terena. Periskop je cev u kojoj su postavljena dva ravna, međusobno paralelna ogledala, postavljena pod uglom od 45° jedno pri vrhu i drugo pri dnu cevi. Svetlosni zraci se dva puta odbijaju dok ne dođu u oko posmatrača.



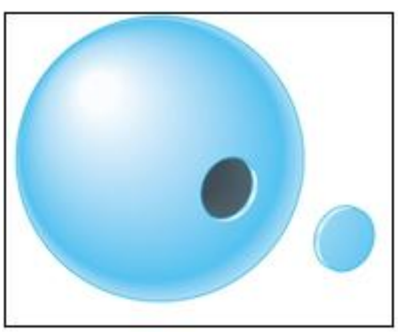

***Slika 3.4.4***



***Slika 3.4.5***

Drugi koristan uređaj s ravnim ogledalom je **sekstant** ( Slika 3.4.5), uređaj koji se koristi za navigaciju. Pomoću sekstanta se određuje ugao između dve tačke. Tako pomorac može odrediti ugao između Sunca i horizonta i time odrediti svoj položaj na Zemlji.

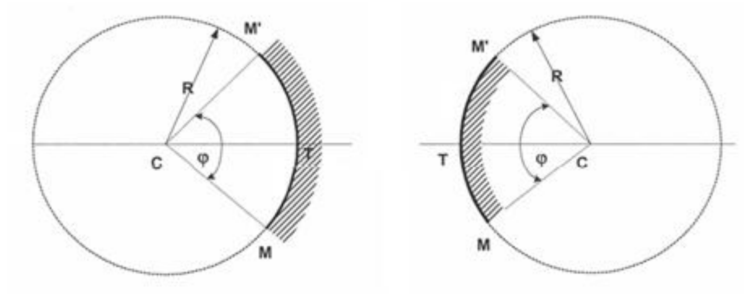
### 3. 5. Sferna ogledala



***Slika 3.5.1***

Ogledala koja su delovi sfere ili lopte, nazivamo sferna ogledala ( Slika 3.5.1 ).

Ako se sfera premaže s unutrašnje strane dobijamo **izdubljeno** ili **konkavno ogledalo** ( Slika 3.5.2 b ) . Ako je sfera presvučena sjajnim slojem s spoljne strane, dobija se **ispupčeno** ili **konveksno ogledalo** ( Slika 3.5.2 a ).




a) b)

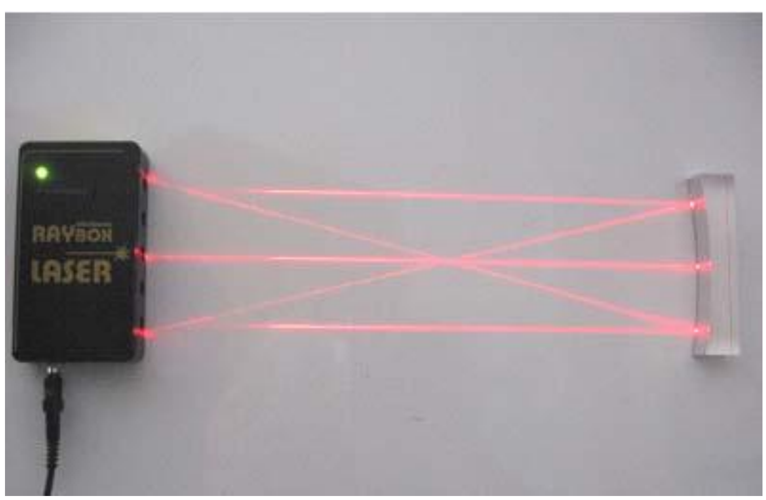
***Slika 3.5.2***

Ugao φ naziva se ugaoni otvor ogledala. Elementi sfernog ogledala su: tačka C - **centar krivine**, R je poluprečnik krivine,a tačka T je **teme ogledala**. Prava koja prolazi kroz centar krivine C i teme T naziva se **glavna optička osa** ogledala. Tačka F ( Slika 3.5.4 ), koja se nalazi na glavnoj optičkoj osi, na sredini poluprečnika krivine ogledala R, se naziva **žiža ili fokus** ogledala i u njoj se svi paralelni upadni zraci posle odbijanja seku. Rastojanje žiže od temena ogledala naziva se žižna daljina f. Žižna daljina ogledala jednaka je polovini poluprečnika krivine:

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

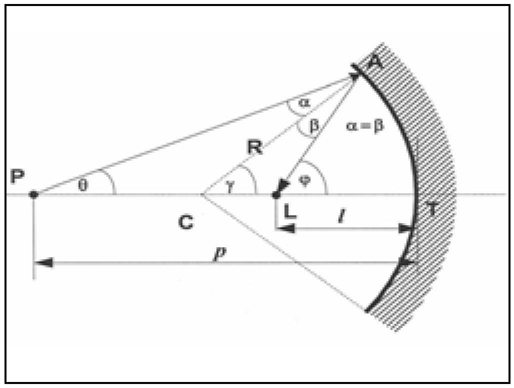
**Konkavna ( izdubljena ) ogledala**

Konkavna ogledala ( Slika 3.5.2 ) su ogledala kod kojih svetlost pada na izdubljenu površinu sfere. Zraci se o sferno ogledalo odbijaju pod uglom koji je jednak upadnom, jer zakon odbijanja važi za svaku površinu, bez obzira da li je ravna ili kriva.



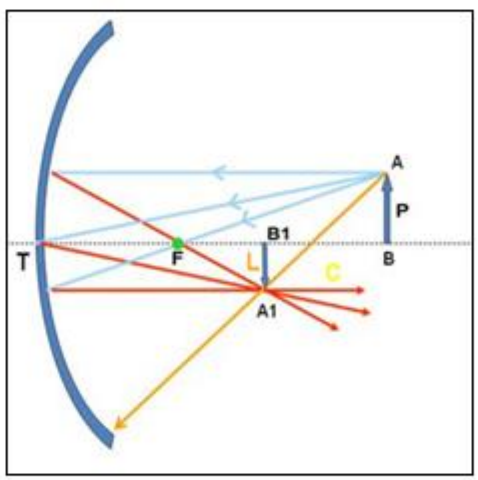

***Slika 3.5.2***

Svi svetlosni zraci iz neke proizvoljne tačke P (svetao predmet) koji se odbiju o površinu konkavnog ogledala, odbiće se pod uglom koji je jednak upadnom i svi će se seći u jednoj tački (L). Ta tačka je lik tačke P i kako se nalazi u preseku odbijenih zraka lik je realan (Slika 3.5.3).




***Slika 3.5.3***

Za dobijanje lika predmeta koristi se tzv. krakteristični zraci jer je njihov pravac nakon odbijanja od sfernog ogledala poznat (Slika 3.5.4).




***Slika 3. 5. 4***

- zrak koji je paralelan sa optičkom osom odbija se i prolazi kroz žižu F
- zrak koji prolazi kroz žižu F odbija se i posle odbijanja nastavlja paralelno sa optičkom osom.
- zrak koji prolazi kroz centar krivine C odbija se i vraća istim putem
- zrak koji dolazi do temena T odbija se pod istim uglom pod kojim je upadni zrak pao na ogledalo (po zakonu odbijanja).

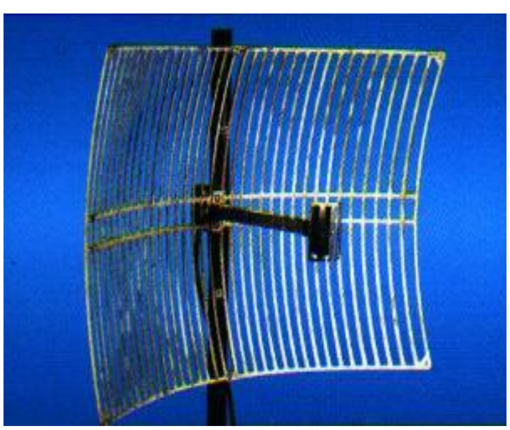
Kako se svi odbijeni zraci seku u jednoj tački, dovoljna su dva zraka, po izboru, za konstrukciju lika. U zavisnosti od položaja predmeta i temena ogledala, lik predmeta može da bude realan ili imaginaran, uvećan ili umanjen, uspravan ili obrnut.

Jednačina konkavnih ogledala glasi: zbir recipročnih vrednosti rastojanja predmeta ( p ) i lika ( l ) od temena ogledala jednak je recipročnoj vrednosti žižne daljine ( f ):

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

Konkavno ogledalo upotrebljavamo kada želimo videti uvećanu sliku predmeta. Na primer kod kozmetičkih ogledala ili u zubarstvu ( Slika 3.5.5 ).

***Slika 3.5.5***

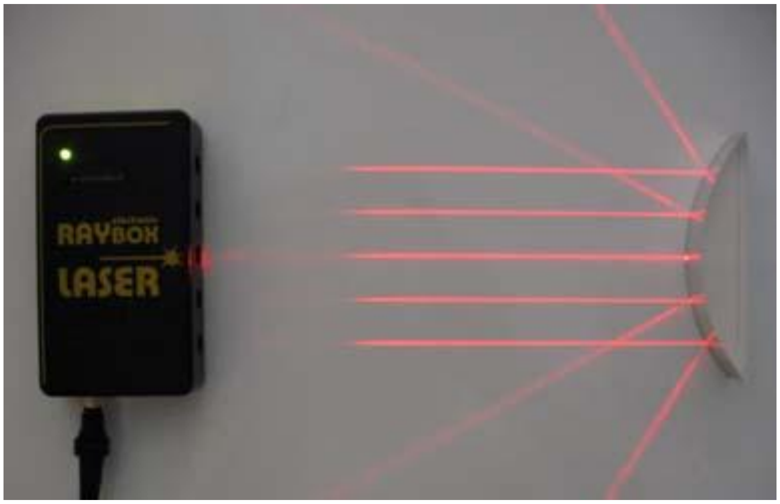


***Slika 3.5.6***

**Iskorištavanje sunčane energije pomoću fokusiranja**. Fokusiranjem sunčane svetlosti pomoću ogledala ( slika 3.5.6 ) može se zagrevati neka tečnost do visoke temperature i upotrebiti za pogon mašina. Još u XIX veku napravljeni su uređaji na sunčani pogon, npr. štamparski uređaj, lokomotiva,pumpe za navodnjavanje, itd. No ti uređaji nisu ušli u širu uptrebu zbog visoke cene.

**Konveksna ( ispupčena ) ogledala**

Konveksna ogledala ( Slika 3.5.7 ) su ogledala kod kojih svetlost pada na spoljašnju stranu sfere.

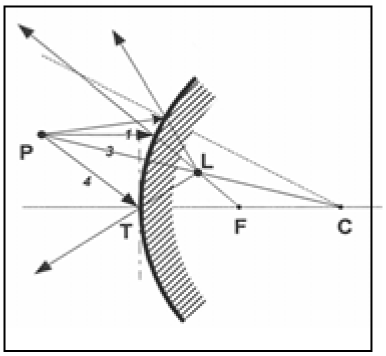



***Slika 3.5.7***

Za konveksna ogledala je karakteristično da se centar krivine C i žiža F nalaze iza ogledala. Takođe, važi da je žižna daljina jednaka polovini poluprečnika krivine:

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

Svetlosni zraci koji padaju paralelno optičkoj osi posle odbijanja su divergentni i njihovi produžeci se seku u žiži ( Slika 3. 5. 8 ).




***Slika 3.5.8***

Karakteristični zraci ovih ogledala su isti kao i kod konkavnih pa se grafičko nalaženje vrši na sličan način.

U odnosu na ispupčeno ogledalo, ma gde se nalazio predmet, njegov lik je uvek imaginaran, umanjen i uspravan.

Jednačina konveksnih ogledala :

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

Rastojanje lika ima vrednost od 0 do f za sve položaje predmeta (od 0 do ∞). Treba primetiti da za konkavna i konveksna ogledala važi ista jednačina:

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

Ako se vodi računa o znaku:

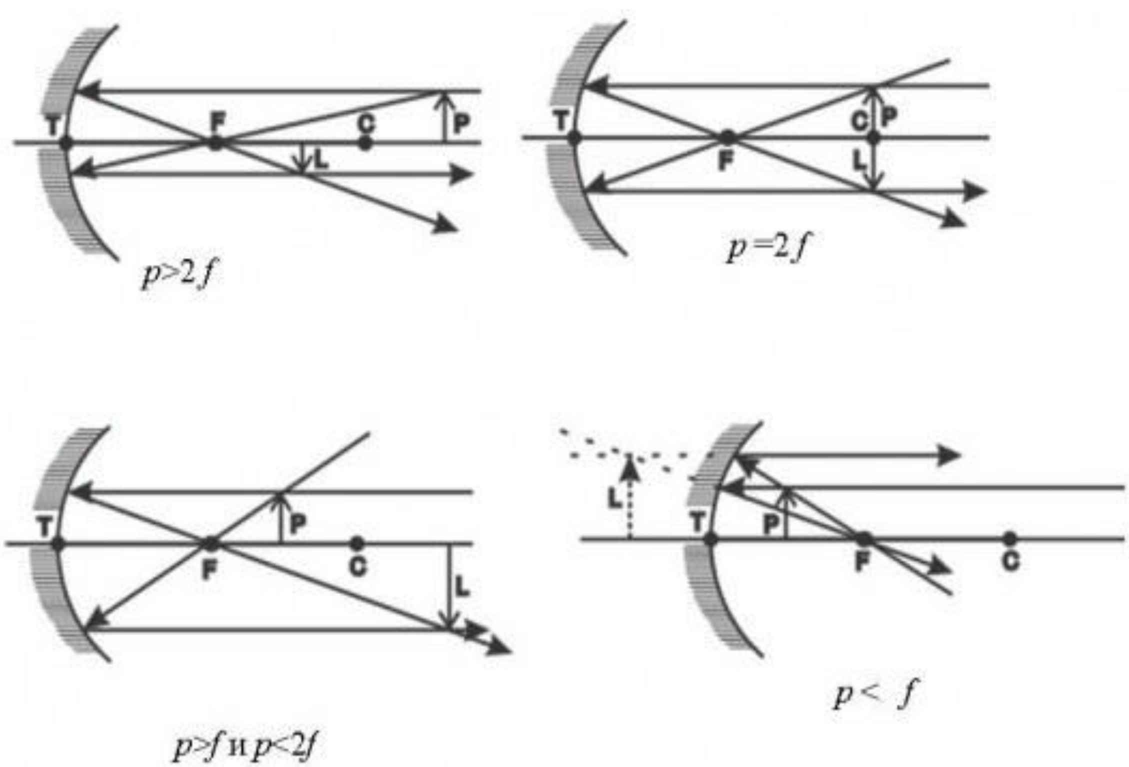
a) p je pozitivno za svaki realan predmet, a negativno za svaki imaginarni predmet,

b) l je pozitivno kada je lik realan (ispred ogledala) predmet, a negativno za svaki imaginarni predmet (iza ogledala),

c) R i f su pozitivni za konkavno, a negativni za konveksno ogledalo

Postoje četiri slučaja konstrukcije lika kod konkavnog ogledala ( Slika 3.5.9 ):

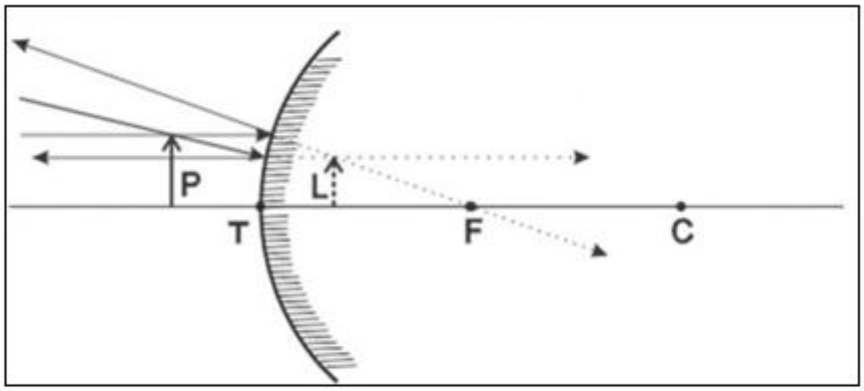
1) $p > 2f$ , tada je lik umanjen, obrnut, realan i $l > f$ i $l < 2f$,
2) $p = 2f$ , tada je lik obrnut, realan, iste veličine kao i predmet i $p = l$,
3) $p > f$ i $p < 2f$ , tada je lik obrnut, uvećan, realan i $l > 2f$,
4) $p < f$ , tada je lik uvećan, uspravan i imaginaran.




***Slika 3.5.9***

Kod konveksnih ogledala lik je imaginaran jer nastaje u produžetku realnih zrakova. Realni zraci divergiraju i nemaju zajedničkih tačaka. U produžetku divergentnih zraka formira se imaginarni lik koji nije moguće uhvatiti na zaklonu, već se vidi u ogledalu.

Kod konveksnog ogledala lik je uvek imaginaran, uspravan i umanjen ( Slika 3.5.10 ).




***Slika 3. 5. 10***

Često se s ispupčenim ogledalima susrećemo na raskrsnicama, najčešće u gradovima gde je smanjena preglednost. Konveksno sferno ogledalo ( Slika 3.5.11 ) upotrebljava se kod retrovizora za povećanje vidnoga polja, jer je prostorni ugao koji obuhvata upadne zrake mnogo veći nego li za ravno ogledalo.

**Slika 3.5.11**

**Likovi i uvećanja kod sfernih ogledala**

Uvećanje ogledala se defiinše kao odnos veličine lika ( L )i veličine predmeta ( P ):

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

Uvećanje je dakle, jednako odnosu rastojanja lika ( l ) i rastojanja predmeta ( p ) od temena ogledala:

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

## 3.6. Zakon prelamanja svetlosti

**Prelamanje (refrakcija)** svetlosti je promena smera kretanja svetlosti (ili neke druge vrste talasa) usled promene brzine svetlosti (talasa). Događa se na graničnim površinama između dve sredine različitih optičkih gustina. Na slici 3.6.1 prikazano je prelamanje svetlosti.

***Slika 3.6.1***

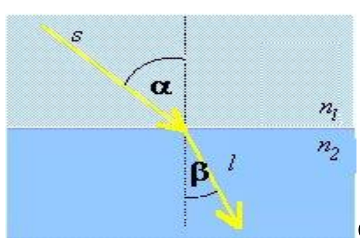
Optički gušća sredina je ona u kojoj je brzina prostiranja svetlosti manja, odnosno indeks prelamanja veći (voda), a optički ređa sredina (vazduh) ima veću brzinu prostiranja svetlosti odnosno, manji indeks prelamanja ( Slika 3.6.2 ).

Apsolutni indeks prelamanja za neku sredinu je odnos brzine prostiranja svetlosti u vakumu i brzine prostiranja svetlosti u toj sredini:

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

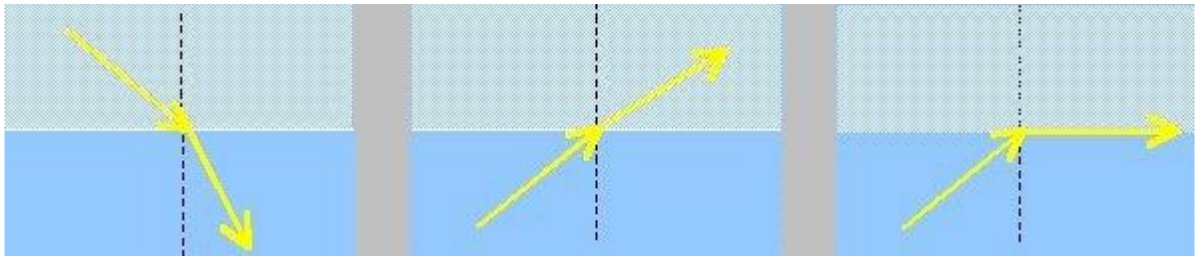
Relativni indeks prelamanja za dve sredine je odnos brzina svetlosti u tim sredinama:

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




$\alpha<\beta$, $n_1<n_2$

***Slika 3.6.2***



a) b) c)

***Slika 3.6.3***

Kada svetlosni zrak prelazi iz optički ređe u optički gušću sredinu upadni ugao je veći od prelomnog, tj zrak se lomi ka normali ( Slika 3.6.3.a ).

Ako svetlosni zrak prelazi iz optički gušće u optički ređu sredinu prelomni ugao je veći od upadnog i zrak se lomi od normale ( Slika 3.6.3.b).

## 3.7. Prelamanje svetlosti kroz planparalelnu ploču

Planparalelna ploča je providno telo čije su naspramne površine paralelne prikazana je na slici 3.7.1 . Svetlosni zrak propušten kroz providno telo čije su naspramne površine ravne (planparalelna ploča) prelama se dva puta, pri ulasku i pri izlasku iz ploče. Lik je paralelno pomeren sam sebi, a pomeranje zavisi od: debljine ploče d, odnosa indeksa prelamanja dve sredine i upadnog ugla. Ako je sredina iz koje dolazi zrak vazduh ukoliko je veći indeks prelamanja ploče pomeranje lika će biti veće.

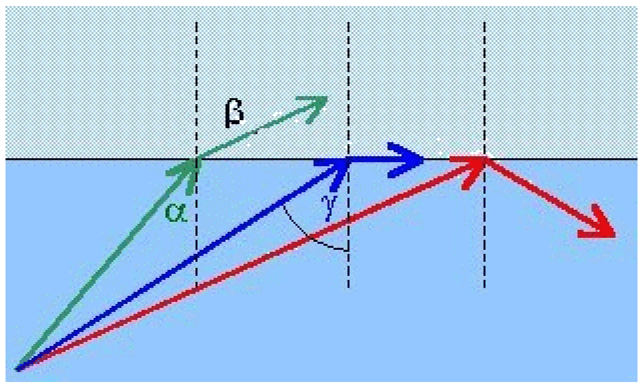

***Slika 3.7.1***

## 3. 8. Totalna refleksija

Totalna refleksija ( Slika 3.8.1 ) nastaje u slučaju kada svetlost prelazi iz optički gušće u optički ređu sredinu (na primer iz vode u vazduh) i tada će prelomni ugao biti veći od upadnog. U tom slučaju postoji takav upadni ugao, manji od 90°, za koji je ugao prelamanja jednak 90°.

Tada prelomni zrak “klizi” po graničnoj površini, a upadni ugao se naziva granični ugao totalne refleksije.

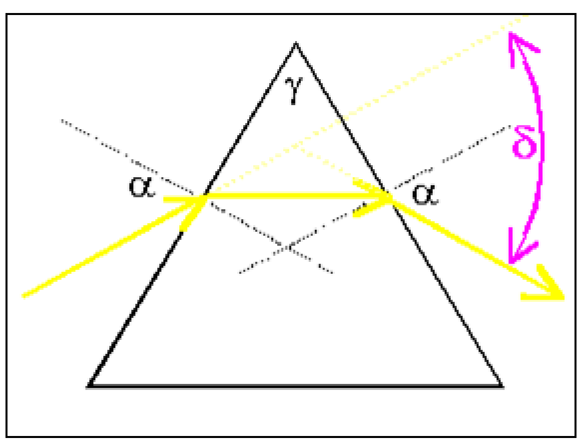
Ako zrak pada na graničnu površinu pod uglom većim od graničnog ugla neće se prelomiti već će se u potpunosti odbiti od granične površine. Zato se ova pojava naziva totalna refleksija ( Slika 5.8.1).Totalna refleksija može nastati samo ako svetlost prelazi iz optički gušće u optičkiređu sredinu odnosno kada je je $n_1>n_2$. Na primer, totalna refleksija je moguća pri prelasku svetlosti iz stakla u vazduh,a nemoguća pri prelasku iz vazduha u staklo.




***Slika 3.8.1***

## 3. 9. Optička prizma

Providno čvrsto telo sa dve ravne prelamajuće površine koje su pod uglom naziva se optičkom prizmom ( Slika 3.9.1 ). Pri prolasku kroz prizmu, svetlosni zrak se lomi dva puta: pri ulazu i pri izlazu. Ugao δ za koji svjetlosni zrak skrene u odnosu na prvobitni pravac zove se **ugao devijacije.**

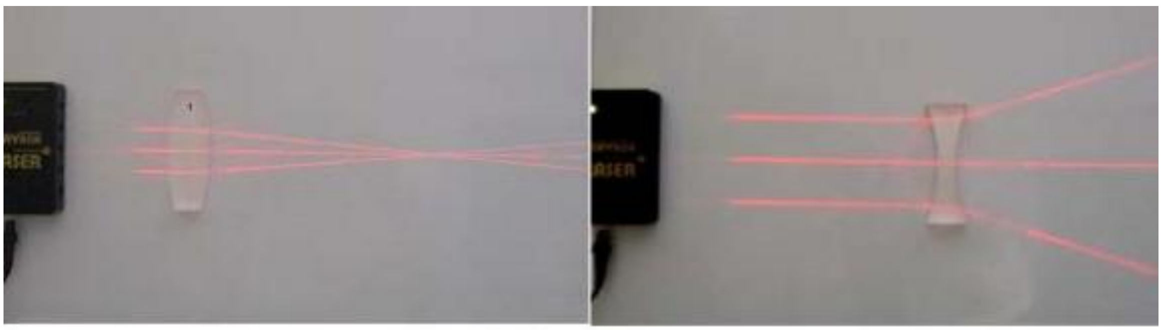



***Slika 3.9.1***

**Ugao devijacije** δ zavisi od **ugla prizme** γ i indeksa prelamanja materijala od kojeg je prizma napravljena. Mereći ugao devijacije i ugao prizme, može se izračunati indeks prelamanja materijala od kojeg je prizma načinjena.

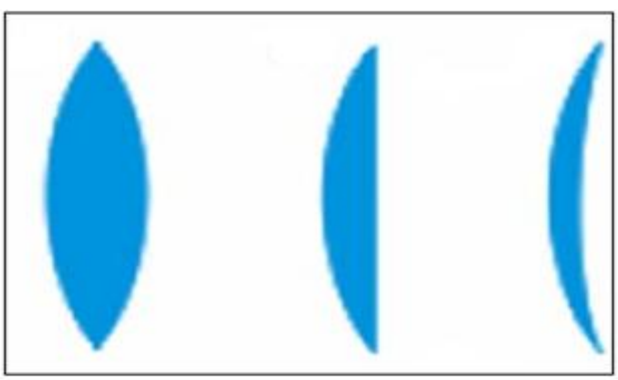
### 3. 10. Optička sočiva

**Optička sočiva,** prikazana na slici 3.10.1, su tela izgrađena od providnog homogenog materijala.



***Slika 3.10.1***

Ograničena su sa dve sferne ili barem jednom sfernom i jednom ravnom površinom. Prema obliku i osobinama sočiva se dele na: **sabirna (konvergentna)** prikazana na slici 3.10.2 i **rasipna (divergentna)** prikazana na slici 3.10.3.



***Slika 3.10.2***

***Slika 3.10.3***

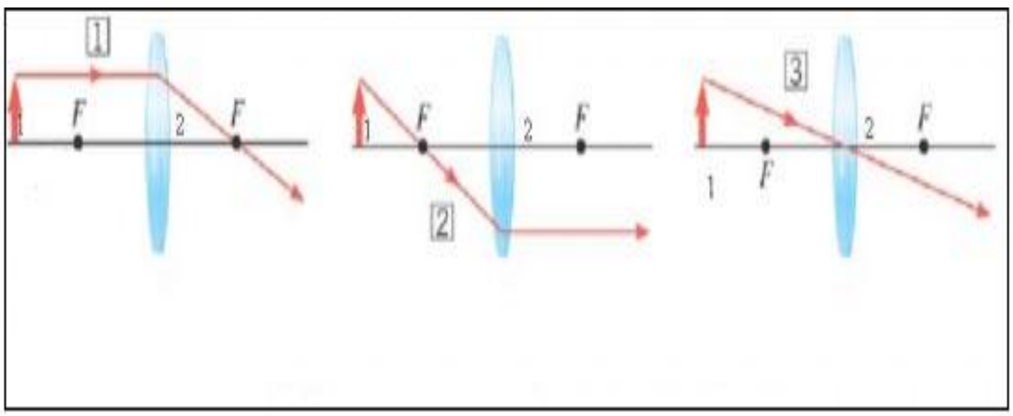
Elementi sočiva su : **glavna optička osa, poluprečnici krivina $R_1$ i $R_2$, žiže $F_1$ i $F_2$, optički centar $O$, centri krivina $C_1$ i $C_2$.**

Tri karakteristična zraka su:

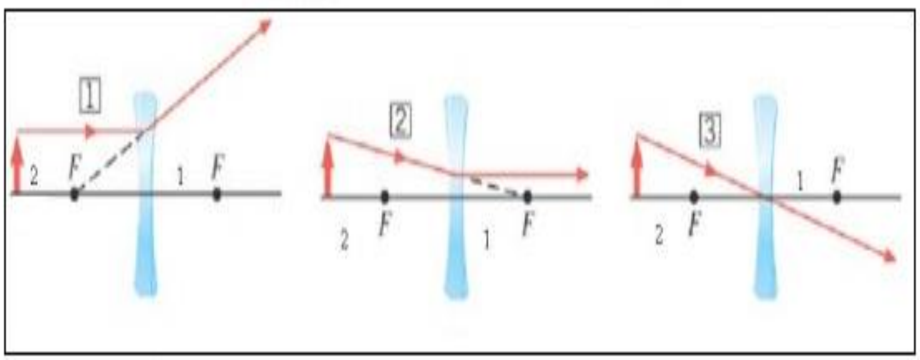
1. Upadni zrak paralelan glavnoj optičkoj osi posle prelamanja prolazi kroz žižu.
2. Zrak koji prolazi kroz žižu, posle prelamanja je paralelan glavnoj optičkoj osi,
3. Ako upadni zrak prolazi kroz centar sočiva prelomni zrak prolazi bez prelamanja.

Na slikama označene su žiže koje se nalaze na različitim mestima u zavisnosti da li je reč o sabirnim prikazanim na slici 3. 10.3 ili rasipnim sočivima prikazanim na slici 3.10.4.

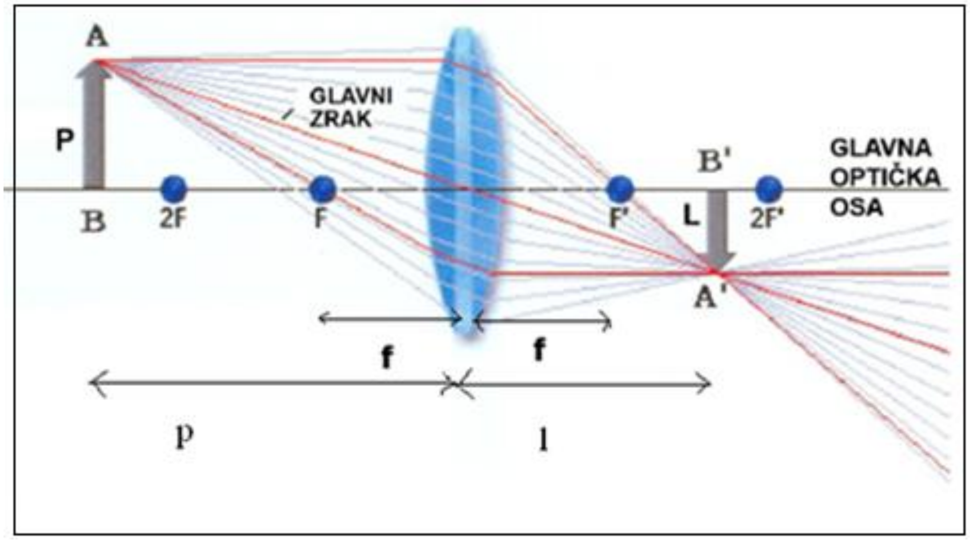
Za konstrukciju lika kod sočiva dovoljna su bilo koja dva zraka od tri karakteristična zraka.




***Slika 3.10.3***




***Slika 3.10.4***




***Slika 3.10.5***

Lik predmata kod sabirnog sočiva možemo naći ako posmatramo predmet kao skup tačaka, pronalazimo likove pojedinih tačaka koristeći osobine paralelnih zraka. Za lik predmeta P (Slika 3.10.5) dovoljno je naći samo lik tačke A jer je lik tačke B na glavnoj optičkoj osi.

Veza između položaja predmeta, lika i žižne daljine kod sočiva data je jednačinom sočiva koja glasi:

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

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

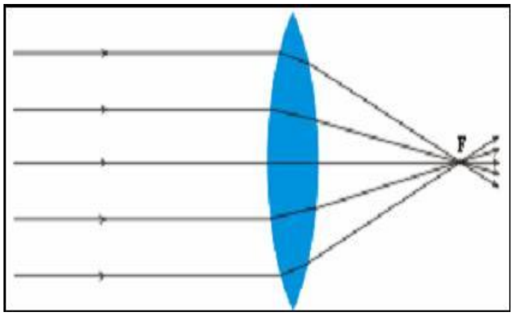
U optici veoma važna veličina je jačina sočiva. Definšemo je kao recipročnu vrednost žižne daljine, izražene u metrima :

$$\omega = \frac{1}{f} \; [1 \text{ dpt} = 1 \text{ dioptrija} = 1 \text{ m}^{-1}]$$

Kada je:

$\omega > 0, f > 0$ sočivo je konvergentno,
$\omega < 0, f < 0$ sočivo je divergentno.

**Sabirna sočiva**

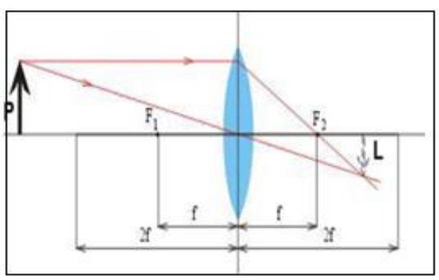



Optička sočiva koja su na sredini deblja nego na krajevima (pod uslovom da je indeks prelamanja sočiva veći od indeksa prelamanja sredine) nazivaju se sabirna (kovergentna) sočiva. U zavisnosti od oblika površina ona mogu biti: bikonveksna, konkavno-konveksna i plankonveksna.

***Slika 3.10.6***

Ako na konvergentno sočivo pada snop zraka paralelnih sa optičkom osom one će se nakon prelamanja na sočivu seći u žiži (slika 3.10.6 ).

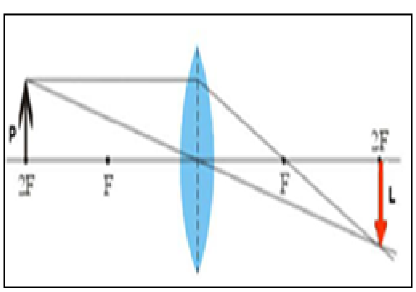
Korišćenjem osnovne jednačine sočiva i izraza za uvećanje određujemo položaj lika i njegove osobine u zavisnosti od položaja predmeta.




***Predmet se nalazi iza centra krivine, p > 2f*** *( Slika 3.10.7 ).*

***Karakteristike lika:*** *realan, obrnut, umanjen i sa suprotne strane sočiva, između fokusa i centra krivine.*

***Slika 3.10.7***



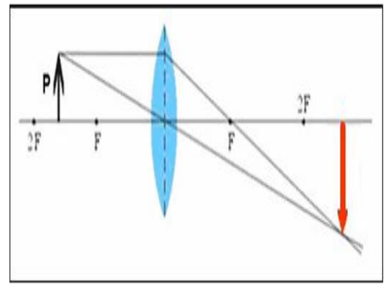

***Predmet se nalazi u centru krivine jedne površine sočiva(p = 2f)*** *(Slika 3.10.8).*

***Karakteristike lika***: *realan, obrnut, uvećan i nalazi se u centru krivine druge površine sočiva.*

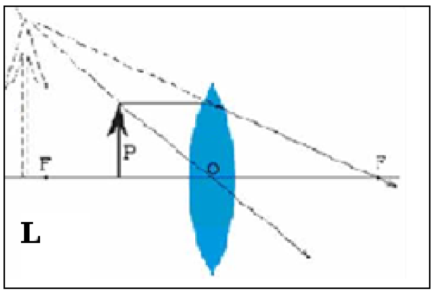
***Slika 3.10.8***

***Predmet se nalazi između centra krivine jedne površine sočiva i njenog fokusa ( 2f > p > f)*** **(** *Slika 3.10.9)*

***Karakteristike lika*****:** realan, obrnut, uvećan i nalazi se iza centra krivine druge površine sočiva.




***Slika 3.10.9***

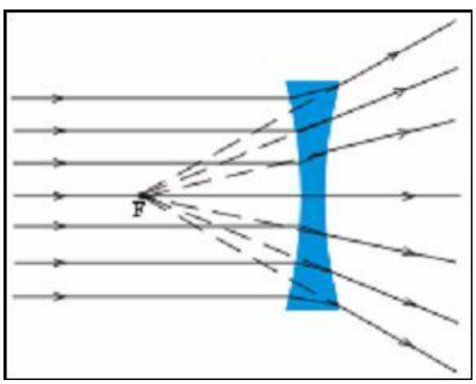



***Predmet se nalazi između žiže i sočiva ( f > p > O)(*** *Slika 3.10.10 ).*

***Karakteristike lika:*** *imaginaran, uspravan, uvećan, nalazi se na istoj strani sočiva gde i predmet.*

***Slika 3.10.10***

**Rasipna sočiva**

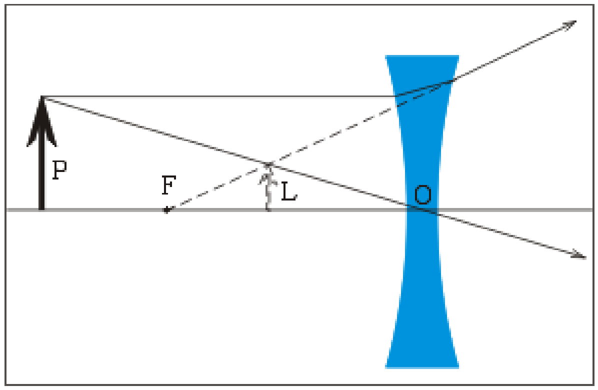



Optička sočiva koja su na sredini tanja nego na krajevima prikazana na slici 3.10.11 (pod uslovom da je indeks prelamanja sočiva veći od indeksa prelamanja sredine ) nazivaju se rasipna (divergentna) sočiva. U zavisnosti od oblika ona mogu biti: bikonkavna, konkavno-konveksna i plankonkavna.

Rasipna sočiva imaju imaginarnu žižu, koja se dobija u preseku produžetaka prelomljenih zraka. Lik je uvek imaginaran uspravan i umanjen. Žižna daljina ovih sočiva je negativna.

***Slika 3.10.11***

Lik predmeta dobijamo posmatranjem predmeta kao skup tačaka i pronalaženjem njihovih likova koristeći karakteristične zrake ( Slika 3.10.12 ).




***Slika 3.10.12***

**3. 11. Optički sistemi**

Mnoge predmete koji nas okružuje ne možemo videti jer su veoma mali ili su veoma udaljeni. Kombinacijom optičkih tela kao što su prizme, ogledala i sočiva dobijamo optičke sisteme koji nam proširuju vidni ugao tj. slika posmatranog predmeta se povećava ili približava. Oni služe sa posmatranje malih i udaljenih predmeta.

**Lupa**

***Slika 3.11.1***

Lupa ( Slika 3.11.1 ) predstavlja konvergentno sočivo koje služi za posmatranje bliskih i malih predmeta kada nije potrebno veliko uvećanje ( 2 do 5 puta ). Imaju žižne daljine od 1 do 10 cm. Poznato je da lupe sa manjim žižnim daljinama više uvećavaju. Predmet se kod lupe stavlja između fokusa i sočiva ($f > p > O$) a lik koji se dobija je imaginaran.

Ako se oko nalazi u blizini lupe, tada se uvećanje može izraziti kao:

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

$$-\frac{1}{l}+\frac{1}{p}=\frac{1}{f}\Rightarrow p=\frac{f\cdot l}{l+f}$$

$l\approx s$, s je daljina jasnog vida

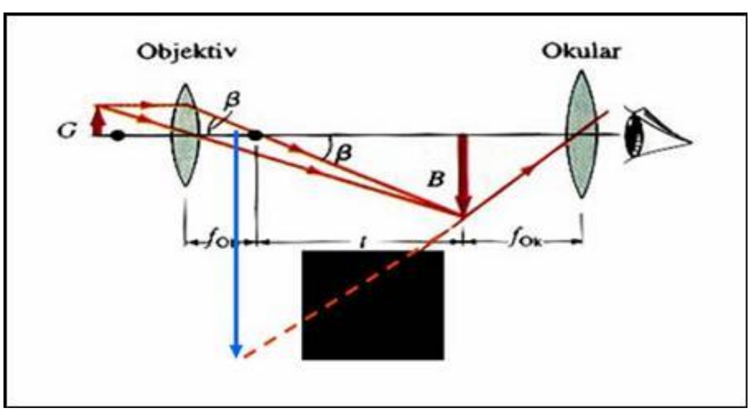
$$u=\frac{s}{f}+1$$

**Mikroskop**

Mikroskop ( Slika 3.11.2 ) je optički instrument koji služi za posmatranje veoma malih predmeta. Uvećanje koje se dobija mnogo je veće nego kod lupe i iznosi od 50 do preko 200 puta. Sastoji se od dva glavna optička dela: okulara i objektiva. Objektiv je sabirno sočivo male žižne daljine, nekoliko milimetara, a okular je sabirno sočivo žižne daljine nekoliko centimetara i ima ulogu lupe.

***Slika 3.11.2***

Uvećanje mikroskopa upravo je srazmerno proizvodu dužine cevi i daljine jasnog vida a obrnuto srazmerna proizvodu žižnih daljina objektiva i okulara ( Slika 3.11.3 ) a računa se po formuli:




$$u=\frac{d\cdot s}{f_{ob}\cdot f_{ok}}$$

***Slika 3.11.3***

# 4. RAČUNSKI ZADACI IZ GEOMETRIJSKE OPTIKE

Rešavajući računske zadatke iz fizike učenici treba da nauče i ovladaju metodologijom rešavanja zadataka, razumeju i primenjuju način razmišljanja i put dolaska do rešenja, procenjuju da li rešenje ima realan smisao.

U ovom radu su prikazane 4 grupe zadataka: prvu grupu zadataka čine jednostavni zadaci, drugu grupu čine zadaci u kojima je potrebno povezati prethodno savladana teorijska znanja, treću grupu čine složeni zadaci, koji povezuju više fizičkih veličina i zakona koji su relevantni za fizičku pojavu koja se razmatra u zadatku, i četvrtu grupu zadataka čine najsloženiji zadaci koji su zastupljeni na takmičenjima različitih nivoa.

## *a. Prva grupa zadataka*

*Ovakvi zadaci predstavljaju najjednostavnije zadatke koji se koriste odmah posle obrade nastavnih jedinica u kojima se tumače date fizičke veličine. Namena im je da se provežbaju i nauče formule fizičkih veličina koje su obrađene na času. Uvek je dobro započeti sa vežbanjem ovakvih zadataka, pa preći na složenije.*

*Potrebno je u tekstove zadataka uneti i primere iz realnog života sa kojima se učenici susreću u svom okruženju, na diskretan način ukazivati da je fizika važna i da ima primenu svuda oko nas.*

*Zadatke ovog tipa rade svi učenici.*

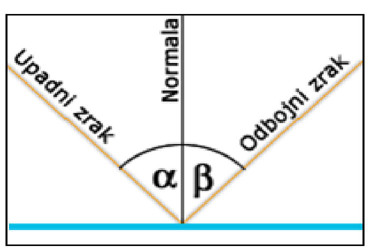
**1. Paralelan snop svetlosti pada na ravno ogledalo. Ako je upadni ugao 25° odredi ugao između odbijenog zraka i normale.**

**Dati podaci:** $\alpha = 25^\circ$

**Traži se :** *ugao između odbijenog zraka i normale (* $\beta$*)*

*U sledećem zadatku direktno se primenjuje zakon odbijanja svetlosti koja pada na ravno ogledalo.*

<u>Analiza</u>*: Na slici je prikazano ravno ogledalo i svetlost koja pada na njega. Upadni ugao α je ugao između zraka koji pada na ogledalo i normale na ogledalo a odbojni ugao* $\beta$ *je onaj koji grade normala na ogledalo i odbijeni zrak.*




*Pri odbijanju svetlosti važi zakon po kome je upadni ugao jednak odbojnom:*

$$\alpha = \beta$$

*Odakle ćemo dobiti vrednost traženog ugla primenjujući direktno zakon odbijanja svetlosti.*

*<u>Rešenje</u>*:

$$\alpha = \beta$$

$$\beta = 25^{\circ}$$

**2. Kolika je žižna daljina konkavnog ogledala ako je poluprečnik krivine njegove površine 2m ?**

**Dati podaci:** *r = 2m*

---

**Traži se:** *žižna daljina* ***( f )***

*Ovo je zadatak koga učenici ne smatraju teškim, a ujedno ga nazivaju „uvrsti u formulu“. Ipak, ovaj zadatak zahteva od učenika da prepozna formulu u koju treba da uvrsti zadate parametre.*

*<u>Analiza</u>: Kako se žižna daljina ogledala nalazi na sredini rastojanja temena ogledala i centra krivine, žižna daljina jednaka je polovini poluprečnika sferne površine ogledala.*

*<u>Rešenje:</u>*

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

$$f = 1m$$

**3. Koliki je poluprečnik krivine konkavnog ogledala žižne daljine 0,45m?**

**Dati podaci:** *f = 0, 45 m*

---

**Traži se:** *poluprećnik krivine ( r )*

*Ovaj zadatak, kao i prethodni učenici smatraju lakim i prepoznatljivim.*

*<u>Analiza</u>*: *Žižna daljina je udaljenost žiže od ogledala. Poznato je da je žiža na sredini rastojanja od temena ogledala do centra krivine:*

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

odakle se dobija:

$$r = 2 \cdot f$$

*<u>Rešenje:</u>*

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

$$r = 2 \cdot f = 0{,}9m$$

**4. Колики je apsolutni indeks prelamanja vode ako je brzina svetlosti u vodi *225000 km/s*? Brzina svetlosti u vakuumu je 300000 km/s.**

**Dati podaci:** *c = 225000 km/s*

$c_o$ = *300000 km/s*

**Traži se:** *indeks prelamanja vode ( $n_v$ )*

*Ovaj zadatak nema neku ozbiljnu težinu i za učenike predstavlja lak zadatak.*

<u>Analiza</u>: *Apsolutni indeks prelamanja neke sredine dat je odnosom brzina svetlosti u vakuumu i datoj sredini:*

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

<u>*Rešenje:*</u>

$$n_v = \frac{c_0}{c} = \frac{300000\ \frac{km}{s}}{225000\ \frac{km}{s}} = \frac{4}{3}$$

**5. Dijamant ima apsolutni indeks prelamanja 2,42. Kolikom brzinom se svetlost prostire kroz dijamant? Brzina svetlosti u vakuumu je 300000 km/s.**

**Dati podaci:** $n_d$ *= 2,42*

$c_o$ = *300000 km/s*

**Traži se:** *brzina svetlosti u dijamantu ( c )*

*Ovaj zadatak takođe nema neku ozbiljnu težinu. Predstavlja lak zadatak, i kao i prethodni, koristi istu formulu za izračunavanje nepoznate veličine. Zadatak rešavaju i slabiji učenici.*

<u>Analiza</u>: *Kao što je u prethodnom zadatku rečeno apsolutni indeks prelamanja neke sredine dat je odnosom brzina svetlosti u vakuumu i datoj sredini*

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

*odakle se može izračunati tražena brzina:*

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

<u>*Rešenje*</u>:

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

$$c = \frac{c_0}{n_d} = \frac{300000\ \frac{km}{s}}{2,42} = 124000\ \frac{km}{s}$$

**6. Kroz lupu žižne daljine 5 cm posmatra se predmet čiji se lik jasno vidi. Koliko je uvećanje lupe? Daljina jasnog vida je 25 cm.**

**Dati podaci:** $f = 5\ cm$

$d = 25\ cm$

---

**Traži se:** *uvećanje lupe ( u )*

*Ovaj zadatak takođe nema neku ozbiljnu težinu. Predstavlja lak zadatak i koristi jednostavnu formulu za izračunavanje uvećanja lupe.*

<u>Analiza</u>*: Lupa je najjednostavniji optički instrument. To je sabirno sočivo pomoću koga mogu da se posmatraju mali predmeti. Uvećanje lupe zavisi od žižne daljine sabirnog sočiva i može se izračunati njegova približna vrednost pomoću formule:*

$$u = \frac{d}{f}$$

*gde je d daljina jasnog vida, a f žižna daljina sočiva.*

*<u>Rešenje:</u>*

$$u = \frac{d}{f} = \frac{25cm}{5cm} = 5$$

**7. Uvećanje objektiva mikroskopa je 100, a okulara 5. Koliko je uvećanje mikroskopa?**

**Dati podaci:** $u_{ob} = 100$

$u_{ok} = 5$

---

**Traži se:** *uvećanje mikroskopa ( u )*

*Ovaj zadatak takođe nema neku ozbiljnu težinu. Predstavlja lak zadatak i koristi jednostavnu formulu za izračunavanje uvećanja mikroskopa . Zadatak rešavaju i slabiji učenici.*

<u>Analiza:</u> *Mikroskop je optički instrument koji služi za posmatranje predmeta koji su previše mali da bi se mogli videti golim okom. Uvećanje mikroskopa može se izračunati pomoću formule*

$$u = u_{ob} \cdot u_{ok}$$

*gde su $u_{ob}$ i $u_{ok}$ uvećanja objektiva i okulara, respektivno.*

*<u>Rešenje:</u>*

$$u = u_{ob} \cdot u_{ok} = 100 \cdot 5 = 500$$

### b. *Drugа grupa zadataka*

*S obzirom da se ovakvi zadaci realizuju posle jednostavnih zadataka kada su učenici , vežbajući ih, već naučili formule i merne jedinice odgovarajućih fizičkih veličina, oni ne predstavljaju problem bar za većinu učenika u odeljenju. Izbor zadataka je takav da u procesu mišljenja kod učenika angažuje osim, procesa razumevanja, analizu i sintezu, komparaciju i dr.*

*U datim primerima (srednje teški zadaci) povezuju se znanja iz nastavne teme - geometrijska optika. Ovi zadaci obuhvataju značajan niz radnji, gde pre rešavanja zadatka sve merne jedinice treba svesti da ine koje se koriste u SI sistemu. Često se dešava da je upravo taj korak za učenike najveći problem jer ne prepoznaju da jedinice u zadatku ne odgovaraju onim koje odgovaraju pomenutom sistemu. Takođe je potrebno posvetiti pažnju matematičkim postupcima pravilnog izražavanja nepoznate veličine koju je potrebno izraziti iz formule. Ova vrsta zadataka konkretizuje zakonitosti i učvršćuje znanja iz fizike.*

*Prema mnogim istraživanjima psihologa neophodno je da većina zadataka koji se vežbaju na časovima matematike, fizike i hemije, budu srednje teški zadaci. Razlozi za takav stav je da srednje teški zadaci nisu učenicima nedostupni, njihovo rešavanje ih motiviše, omogućava da vežbanjem ostvare uspeh u rešavanju i težih zadataka.*

**1. Ugao između upadnog i odbijenog zraka svetlosti pri nailasku na ravno ogledalo je 68°. Odredi upadni ugao svetlosti.**

**Dati podaci:** *γ = 68°*

**Traži se :** *upadni ugao ( α )*

*Ovakav zadatak u kome se koristi zakon odbijanja svetllosti i gde se uglavnom računa neki od uglova spada uglavnom rade bolji učenici. Iako je samo izračunavanje veoma lako, u grupu srednje teških zadataka ga svrstava to što se moraju povezati znanja iz geometrije da bi se zadatak rešio.*

<u>Analiza</u>: *Kako su upadni ugao ( α ) i odbojni ugao ( β )jednaki, a ugao između odbijenog i upadnog zraka:*

$$\gamma = \alpha + \beta$$

*sledi da je*

$$\alpha = \frac{\gamma}{2}.$$

<u>*Rešenje*</u>:

$$\gamma = \alpha + \beta$$

$$\alpha = \frac{\gamma}{2} = \frac{68^{\circ}}{2} = 34^{\circ}$$

**2. Drvo visine 6m baca senku na zemlju. Ako je dužina senke 8m, koliko je rastojanje vrha drveta od vrha senke?**

**Dati podaci:** *H = 6 m*

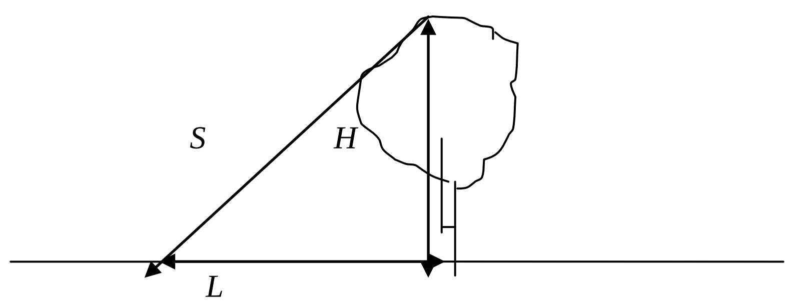
*L = 8 m*

**Traži se :** *udaljenost vrha drveta od vrha senke ( S )*

<u>Analiza</u>: *Zbog pravolinijskog prostiranja svetlosti, svetlosni zrak koji dodiruje vrh drveta ima pravac kao na slici.*

*Ovaj zrak određuje koliko je dugačka senka drveta. Na slici može da se uoči pravougli trougao sa katetama H i L i hipotenuzom S. Koristeći se Pitagorinom teoremom nalazimo:*

$$S = \sqrt{L^2 + H^2}$$




<u>Rešenje</u>:

$$S = \sqrt{L^2 + H^2} = = \sqrt{64m^2 + 36m^2} = 10m$$

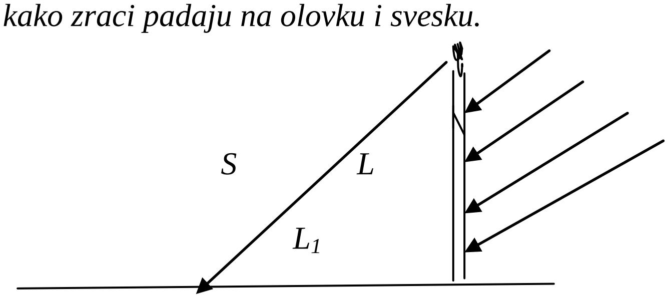
**3. Paralelan snop svetlosti osvetljava olovku koja stoji uspravno na svesci. Ako je ugao između zraka i površi sveske 45°, koliko je dugačka olovka? Udaljenost vrha olovke od vrha senke je 14,1 cm.**

**Dati podaci:** *α = 45°*

*s = 14,1m*

**Traži se :** *dužina olovke ( L )*

<u>Analiza</u>: *Najpre treba nacrtati kako zraci padaju na olovku i svesku.*



*Zrak koji dodiruje vrh olovke pada na svesku i određuje dužinu sveske. Kako je ugao tog zraka prema ravni sveske 45°, dužina olovke i dužina senke su jednake i dobijamo jednakokrako pravougli trougao.*

*Primenjujući Pitagorinu teoremu:*

$$S^2 = L^2 + L_1^{\ 2}$$

*dobijamo traženu vrednost.*

$$L = \sqrt{\frac{s^2}{2}}$$

Rešenje:

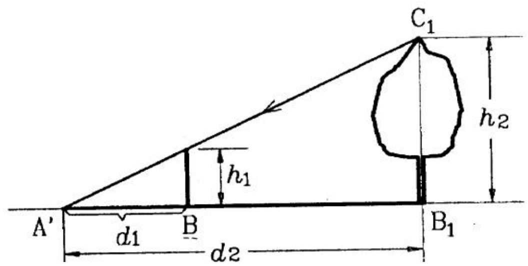
$$S^2 = L^2 + L_1^{\ 2}$$
$$L_1 = L$$
$$S^2 = 2 \cdot L^2$$
$$L^2 = \frac{s^2}{2}$$
$$L = \sqrt{\frac{s^2}{2}}$$
$$L = \frac{s}{\sqrt{2}} = \frac{14{,}1cm}{1{,}41} = 10cm$$

**4. Dečak je primetio da štap dužine 1,2 m postavljen vertikalno ( na zemlji ) baca senku dužine 0,8m. U isto vreme senka drveta je 12 puta duža od senke štapa. Kolika je visina drveta?**

**Dati podaci:** $h_1 = 1{,}2\ m$
$d_1 = 0{,}8\ m$
$d_2 = 12 \cdot d_1$

**Traži se :** *visina drveta* ( $h_2$ )

Analiza: *Najpre treba nacrtati sliku:*




*Zbog pravolinijskog prostiranja svetlosti, ako štap stoji vertikalno, a Sunce ga osvetljava, formiraće se senka .*

*Kolika će biti dužina senke zavisi od ugla pod kojim padaju sunčevi zraci. U zadatku je data dužina senke drveta u istom trenutku, što znači da je ugao zraka koji padaju i za drvo isti kao kod štapa.*

*Na osnovu sličnosti trouglova ABC i $AB_1C_1$ možemo napisati:*

$$\frac{h_1}{d_1} = \frac{h_2}{d_2}$$

$$h_2 = h_1 \frac{d_2}{d_1}$$

<u>*Rešenje*</u>:

$$\frac{h_1}{d_1} = \frac{h_2}{d_2}$$

$$h_2 = h_1 \frac{d_2}{d_1} = 1{,}2m \cdot 12 = 14{,}4m$$

**5. Udaljenost predmeta od temena izdubljenog ogledala iznosi 30 cm, a udaljenost lika 60 cm. Koliki je poluprečnik krivine ogledala?**

**Dati podaci:** *p = 30 cm*

*l = 60 cm*

**Traži se :** *poluprečnik krivine ( r )*

*Iako se u ovom zadatku koristi samo jedna formula za izračunavanje, obično ga rešava manji broj učenika jer postupak koji treba da urade da bi došli do rešenja, uglavnom slabiji učenici ne znaju.*

<u>*Analiza*</u>*: Kod izdubljenog ogledala veza poluprečnika krivine , udaljenosti predmeta i lika može se prikazati sledećom jednačinom:*

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

*Iz ove jednačine može se vrlo jednostavno izraziti nepoznata veličina, poluprečnik krivine ogledala:*

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

<u>Rešenje</u>:

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

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

$$r = 2 \cdot \frac{p \cdot l}{p + l} = \frac{30cm \cdot 60cm}{30cm + 60cm} = 40cm$$

**6. Ispred izdubljenog ogledala, na rastojanju 60 cm od temena postavljen je predmet. Ako je poluprečnik krivine ogledala 50 cm, na kom rastojanju od ogledala se nalazi lik?**

**Dati podaci:** *p = 60 cm*

*r = 50 cm*

$$f = \frac{r}{2} = 25cm$$

**Traži se :** *udaljenost lika ( l )*

*Ovaj zadatak slabiji učenici obično ne rade jer je potrebno koristiti postupke iz matematike koji su njima veliki problem, tako da ovakav tip zadatka rade bolji učenici.*

<u>Analiza</u>: *Iz jednačine za određivanje žižne daljine:*

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

*može se izraziti udaljenost lika:*

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

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

<u>Rešenje</u>:

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

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

$$l = \frac{p \cdot f}{p-f} = \frac{60cm \cdot 25cm}{60vm - 25cm} = 42.86cm$$

**7. Gde treba postaviti predmet ispred izdubljenog ogledala da bi se lik nalazio ispred ogledala 70 cm daleko od temena? Žižna daljina ogledala je 50 cm.**

**Dati podaci:** *l = 70 cm*
*f = 50 cm*

---

**Traži se :** *udaljenost predmeta ( p )*

*Za ovaj zadatak kao i za prethodni potrebno je koristiti postupke iz matematike koji su slabijim učenicima veliki problem, tako da ovakav tip zadatka rade bolji učenici.*

Analiza: *Iz jednačine* ogledala:

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

*može se izraziti udaljenost* predmeta :

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

*Te se sređivanjem izraza dobija:*

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

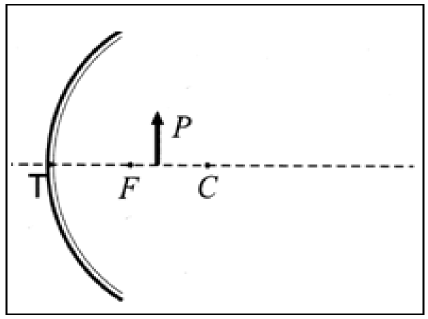
Rešenje:

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

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

$$p = \frac{l \cdot f}{l-f} = \frac{70cm \cdot 50cm}{70cm - 50cm} = 175cm$$

**8. Predmet visine 1 cm nalazi se na udaljenosti 20 mm od temena sfernog ( konkavnog ) ogledala . Poluprečnik krivine je 3 cm. Odredi karakteristike lika, njegovu udaljenost od temena ogledala.**




**Dati podaci:** *P = 1 cm*

*p = 20 mm = 2 cm*

*r = 3 cm*

$$f = \frac{r}{2} = 1{,}5cm$$

---

**Traži se :** *udaljenost lika ( l ) i karakteristike lika*

O*vaj zadatak od učenika zahteva teorijska znanja za pravilnu konstrukciju likova kod sfernih ogledala kao i opisivanje karakteristika dobijenog lika. Osim dobijanja lika konstrukcijom potrebno je i pravilno izračunati tražene nepoznate veličine u zadatku što zadatak čini kompleksnim.*

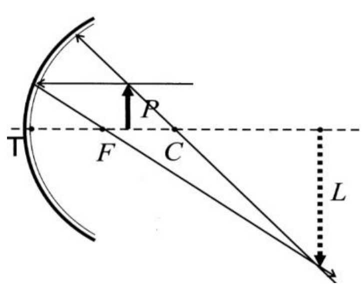
<u>Analiza</u>: *Zadatak se rešava tako što se prvo izračunaju nepoznate veličine a zatim konstruiše lik predmeta i na osnovu slike opišu karakteristike dobijenog lika.*

*Iz jednačine za određivanje žižne daljine:*

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

*može se izraziti udaljenost lika:*

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




*Sređivanjem izraza dobija se:*

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

*Za konstrukciju lika i uočavanje karakteristika koriste se karakteristični zraci. Konstrukcija likova kod izdubljenih ogledala objašnjena je na času obrade novog gradiva.*

<u>*Rešenje*</u>:

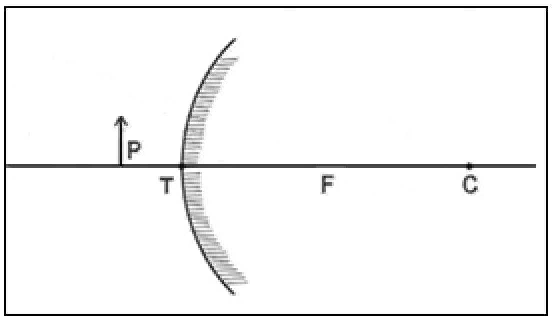
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$$

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

$$l = \frac{p \cdot f}{p - f} = \frac{1{,}5cm \cdot 2cm}{2cm - 1{,}5cm} = 6cm$$

*Karakteristike lika: realan, uvećan, obrnut.*

**9. Predmet visine 2 m nalazi se na udaljenosti 6m od temena ispupčenog ogledala žižne daljine 6m. Konstruiši lik predmeta i odredi njegovu udaljenost od temena ogledala. Kolika je visina lika i kakve su mu karakteristike?**




**Dati podaci:** *P = 2 m*
*p = 6m*
*f = -6m*

---

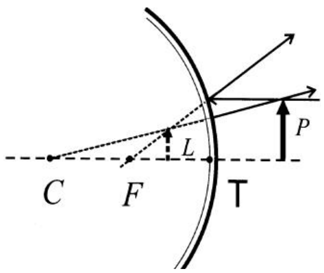
**Traži se :** *udaljenost lika i veličina lika ( l, L ), karakteristike lika*

*Ovaj zadatak kao i prethodni od učenika zahteva teorijska znanja za pravilnu konstrukciju likova kod sfernih ogledala. Razlika u odnosu na prethodni zadatak je ta, što se ovaj zadatak odnosi na ispupčeno ogledalo te je potrebno znati kako se kod ovakvih ogledala konstruiše lik predmeta i koje su mu karakteristike.*

*Analiza: Zadatak se rešava tako što se prvo izračunaju nepoznate veličine a zatim konstruiše lik predmeta i na osnovu slike opišu karakteristike dobijenog lika.*
*Iz jednačine za određivanje žižne daljine:*

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

*može se izraziti udaljenost lika:*




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

*Te se sređivanjem izraza dobija:*

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

*Veličina lika računa se iz izraza za uvećanje:*

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

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

*Rešenje*:

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

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

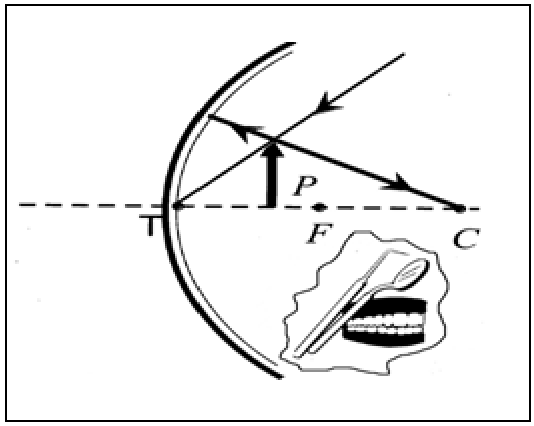
$$l=\frac{p\cdot f}{p-f}=\frac{6m\cdot(-6m)}{6m-(-6m)}=-3m$$

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

$$L=\frac{l}{p}\cdot P=\frac{3m}{6m}\cdot 2m=1m$$

*Karakteristike lika: uspravan, umanjen, imaginaran.*

**10. Zub visine 0,5 cm nalazi se na udaljenosti 5 mm od temena zubarskog ogledala. Poluprečnik krivine ogledala je 1,5 cm. Koje su karakteristike lika koji vidi zubar? Konstrukcijom odredi udaljenost lika od temena ogledala.**




**Dati podaci:** *P = 0,5 cm*

*p = 5 mm*

*r = 1,5 cm*

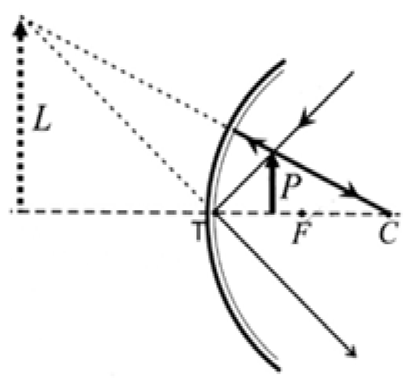
---

**Traži se :** *karakteristike lika*

*Ovaj zadatak spada u zadatke koji od učenika zahtevaju teorijska znanja za pravilnu konstrukciju likova kod sfernih ogledala. Većina učenika rade ovakve zadatke jer im je sama konstrukcija lakša u odnosu na one zadatke gde moraju neke vrednosti da izračunaju.*

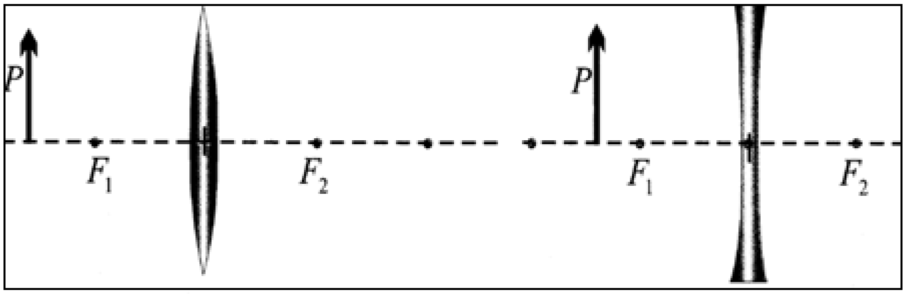
*Analiza: Za izradu zadatka potrebno je upotrebiti karakteristične zrake kod izdubljenog ogledala koji je prikazan u prvom zadatku ove grupe.*

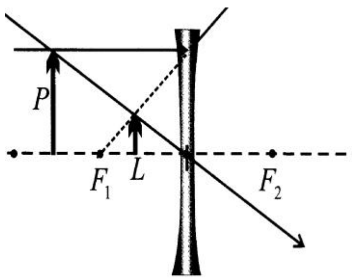
*Rešenje*: *Konstrukcija:*




*Karakteristike lika: uspravan, uvećan , imaginaran.*

**11. Skiciraj lik predmeta kod sočiva na crtežu i opiši njegove karakteristike.**




*Ovaj zadatak spada u zadatke koji od učenika zahtevaju teorijska znanja za pravilnu konstrukciju likova kod optičkih sočiva. Većina učenika rade ovakve zadatke jer im je sama konstrukcija lakša u odnosu na one zadatke gde moraju neke vrednosti da izračunaju.*

*<u>Analiza</u>: Za izradu ovog zadatka potrebno je upotrebiti karakteristične zrake kod sočiva kako sabirnih tako rasipnih. Ovaj zadatak spada u zadatke koji od učenika zahtevaju teorijska znanja za pravilnu konstrukciju likova. Većina učenika rade ovakve zadatke jer im je sama konstrukcija lakša u odnosu na one zadatke gde moraju neke vrednosti i da izračunaju.*

*Za konstrukciju likova kog sočiva potrebno je znati karakteristične zrake*. Konstrukcija *likova kod sočiva objašnjena je na času obrade novog gradiva*

*SABIRNO SOČIVO*

*<u>Analiza:</u>*

*Za konstrukciju lika kod sabirnog sočiva koristićemo sledeće karakteristične zrake:*

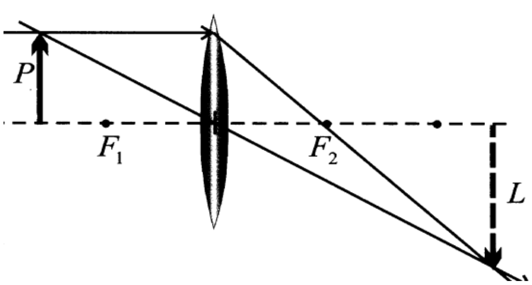
*1. upadni zrak paralelan glavnoj optičkoj osi poslije prelamanja prolazi kroz žižu*

2. upadni *zrak koji prolazi kroz centar sočiva prelomni zrak prolazi bez prelamanja*.

*U preseku zraka posle prelamanja kroz sočivo formiraće se lik predmeta.*

*Lik je: obrnut, uvećan, realan*

1) *RASIPNO SOČIVO*




*<u>Analiza:</u>*

*Lik predmeta kod rasipnih sočiva dobija se presekom produžetaka karakterističnih zraka.*

*Lik je: uspravan, umanjen, imaginaran*

**12. Predmet u vidu strelice nalazi se ispred izdubljenog ogledala žižne daljine 30 cm. Koliko je uvećanje ako se predmet postavi na rastojanje 40 cm od temena ogledala?**

**Dati podaci:** *p= 40 cm*

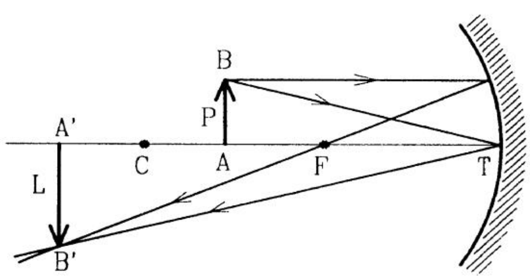
*f = 30 cm*

**Traži se** ***:*** *uvećanje ( u )*

*Zadatak zahteva znanje konstrukcije likova kod sfernih ogledala kao i korišćenje izraza za izračunavanje uvećanja ogledala.*

*Analiza:*

*Uvećanje je definisano kao odnos veličine lika ( L ) i veličine predmeta ( P ), odnosno* $u = \frac{L}{P}$*. Taj odnos jednak je odnosu daljine lika ( l ) i daljine predmeta ( p ), što sledi iz sličnosti trouglova ATB i A'T B' ( slika ). Ti trouglovi su pravougli, a po zakonu odbijanja je* $\angle ATB = \angle A'TB'$.




*Zato je*

$$u = \frac{L}{P} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A'T}{AT} = \frac{l}{p}$$

*Iz jednačine ogledala:*

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

*može se izraziti udaljenost lika :*

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

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

*Nakon određivanja brojne vrednosti daljine lika toga jednostavno se izračunava uvećanje ogledala:*

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

<u>*Rešenje*</u>:

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

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

$$l = \frac{p \cdot f}{p-f} = \frac{40cm \cdot 30cm}{40cm - 30cm} = 120cm$$

$$u = \frac{l}{p} = \frac{120cm}{40cm} = 3$$

**13. Ispred izdubljenog ogledala žižne daljine 40 cm postavljen je predmet. Koliko će biti rastojanje od predmeta do zaklona na kome se formira lik? Predmet je od temena ogledala udaljen 60 cm.**

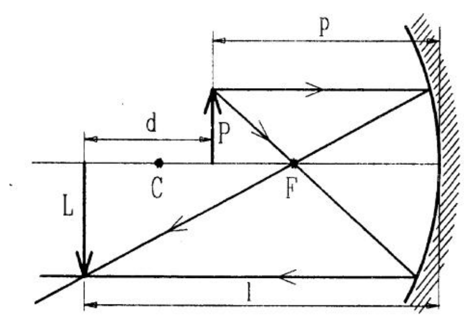
**Dati podaci:** *p= 60 cm*
f = 40 cm

---

**Traži se :** *rastojanje između predmeta i lika ( d )*

*Zadatak obično rade bolji učenici, jer je za razumevanje i pravilnu izradu potrebno nacrtati i sliku radi lakšeg rešenja.*

<u>Analiza</u>: *Na slici je prikazano sferno ogledalo i položaj predmeta i lika. Ako su p i l, redom, daljina predmeta i daljina lika, tada je traženo rastojanje d = l – p ( pogledati sliku uz zadatak ).*



*Iz jednačine ogledala*

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

*Sledi da je:*

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

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

*Nakon izračunavanja daljine lika može se na osnovu:*

$$d = l - p$$

*izračunati rastojanje između predmeta i lika.*

*Rešenje*:

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

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

$$l = \frac{p \cdot f}{p - f} = \frac{60cm \cdot 40cm}{60cm - 40cm} = 120cm$$

$$d = l - p = 120cm - 60cm = 60cm$$

**14. Relativni indeks prelamanja stakla u odnosu na alkohol je 1,1 ako je apsolutni indeks prelamanja alkohola 1,36, kolika je brzina prostiranja svetlosti u staklu?**

**Dati podaci:** $n_{s,al} = 1,1$
$n_{al} = 1,36$

**Traži se :** *brzina svetlosti u staklu ( $c_s$ )*

*Za izradu ovog zadatka treba koristiti definicije apsolutnog i relativnog indeksa prelamanja. Kompleksan je u smislu povezivanja ovih izraza u celinu.*

*Analiza: Relativni indeks prelamanja je:*

$$n_{s,al} = \frac{n_s}{n_{al}}$$

*a odatle se izvodi:*

$$n_s = n_{s,al} \cdot n_{al}$$

*Znajući da je apsolutni indeks prelamanja :*

$$n_s = \frac{c_0}{c_s},$$

*dobija se za brzinu prostiranja svetlosti u staklu:*

$$c_s = \frac{c_0}{n_s} = \frac{c_0}{n_{s,al} \cdot n_{al}}$$

*<u>Rešenje</u>*:

$$n_{s,al} = \frac{n_s}{n_{al}}$$

$$n_s = n_{s,al} \cdot n_{al}$$

$$n_s = \frac{c_0}{c_s},$$

$$c_s = \frac{c_0}{n_s} = \frac{c_0}{n_{s,al} \cdot n_{al}} = \frac{300000 \frac{km}{s}}{1{,}1 \cdot 1{,}36} \approx 200000 \frac{km}{s}$$

**15. Predmet i njegov lik su od centra sabirnog sočiva udaljeni 96 cm i 48 cm. Kolika je veličine predmeta ako je veličine lika 12 cm?**

**Dati podaci:** *p= 96 cm*
*l= 48 cm*
*L = 12 cm*

---

**Traži se :** *veličina predmeta ( P )*

*Za izradu ovog zadatka treba znati izračunati nepoznatu veličinu iz izraza zadatog proporcijom.*

<u>Analiza</u>: *U zadatku br. 4 objašnjen je postupak izračunavanja uvećanja ogledala, a isti izraz se koristi i za izračunavanje uveličanja kod sabirnog sočiva:*

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

*odnosno:*

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

*Odavde se dobija veličina predmeta:*

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

*<u>Rešenje</u>*:

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

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

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

$$P = 12cm \cdot \frac{96cm}{48cm} = 24cm$$

**16. Ispred sabirnog sočiva postavljen je predmet. Žižna daljina sočiva je 300 mm, a daljina predmeta 0,9 m. Odredi mesto lika konstrukcijom i proveri računski.**

**Dati podaci:** f= 30 cm
p= 90 cm

**Traži se :** *daljina lika ( l )*

*Za izradu ovog zadatka treba znati jednačinu sočiva i iz nje izračunati daljinu lika. Računski deo rade bolji učenici, slabiji ga izbegavaju zbog složenosti matematičkih operacija. Takođe je potrebno zadatak rešiti i preko konstrukcije što većina učenika uradi često i oni lošiji.*

*Analiza: Primenom jednačine:*

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

*Sledi da je:*

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

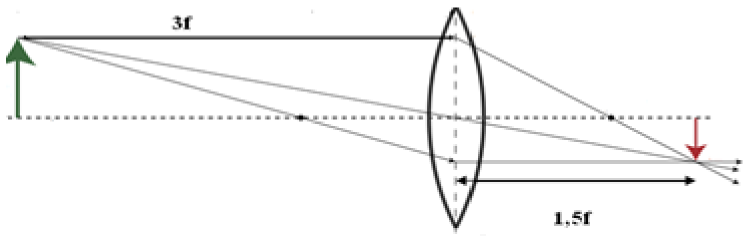
$$l = \frac{p \cdot f}{p-f}$$

*Rešenje*:

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

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

$$l = \frac{p \cdot f}{p-f} = \frac{90cm \cdot 30cm}{90cm - 30cm} = 45cm$$



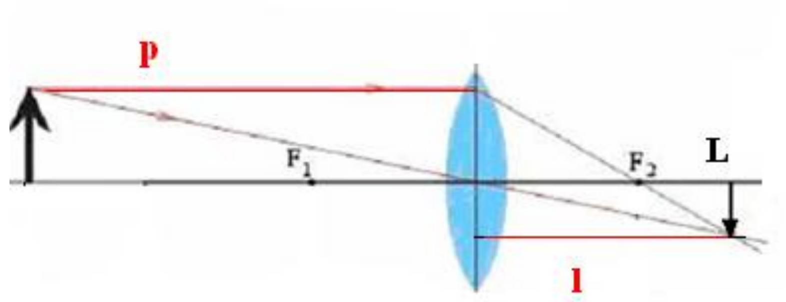

**17. Predmet je udaljen 0,8m od sabirnog sočiva žižne daljine 20 cm. Koliko su udaljeni lik i predmet jedan od drugog?**

**Dati podaci:** *f = 20 cm = 0,2 m*
*p = 0,8 m*

**Traži se :** *rastojanje između predmeta i lika ( d )*

*Kako se ovaj zadatak radi tako što se prvo nacrta skica, on predstavlja zadatak koji rade bolji učenici.*

<u>Analiza</u>: *Skiciramo predmet, sočivo i lik.*




*Sa slike se vidi da važi:*

$$d = p + l$$

*Primenom jednačine:*

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

*Sledi da je:*

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

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

*Posle zamene brojnih vrednosti i izračunavanja udaljenosti lika možemo izračunati traženo rastojanje:*

$$d = p + l$$

*Rešenje*:

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

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

$$l = \frac{p \cdot f}{p-f} = \frac{0{,}8m \cdot 0{,}2m}{0{,}8m - 0{,}2m} = 0{,}27m$$

$$d = 0{,}8m + 0{,}27m = 1{,}07m$$

**18. Kolika je optička moć ( jačina ) sočiva ako ono daje realan lik koji je na rastojanju 20 cm od sočiva? Predmet je udsljen od sočiva 50 cm.**

**Dati podaci:** *l = 20 cm = 0,2 m*
*p = 50 cm = 0,5m*

---

**Traži se :** *optička moć ( D )*

*Iako su u zadatku obe vrednosti zadate u centimetrima, treba ih na početku izrade zadatka pretvoriti centimetre u metar, da bi se u konačnom rešenju dobila ispravna jedinica za dioptriju: 1 dioptrija = 1 m$^{-1}$ .*

*Analiza: Optička moć sočiva jednaka je recipročnoj vrednosti žižne daljine:*

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

*i meri se u dioptrijama. Kako je lik realan, sočivo je sabirno, pa važi:*

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

*Rešenje*:

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

$$D = \frac{10}{5m} + \frac{10}{2m} = \frac{70}{10m} = 7m^{-1} = 7 dioptrija$$

### *c. Treća grupa zadataka*

*Treća grupa zadataka sadrži zadatke koji angažuju, u najvećoj meri, više misaone procese: rešavanje problema i kreativnost. Pri rešavanju zadataka iz fizike, značajno je, nacrtati crtež, gde god je to potrebno, moguće i opravdano,ili se striktno traži zbog vizuelne predstave fizičke pojave date u konkretnom zadatku.*

*Zadatke ovog tipa rade uglavnom bolji učenici.*

**1. Dva ravna ogledala postavljena su pod pravim uglom. Na jedno od njih pada svetlosni zrak pod uglom od 50°. Skiciraj put zraka i odredi odbojni ugao kod drugog ogledala.**

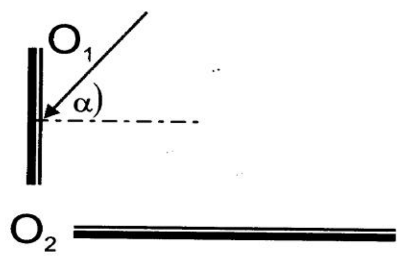
**Dati podaci:** $\alpha = 50°$

**Traži se :** *odbojni ugao* ( $\beta_1$ )

*Ovaj zadatak zahteva skicu kretanja zraka do prvog ogledala u samoj postavci zadatka kao i skicu koja pokazuje put odbijenog zraka, koja ga čini kompleksnim.*

.

<u>*Analiza*</u>*: Treba prvo nacrtati sliku:*




*Ako posmatramo prvo ogledalo, po zakonu odbijanja:*

$$\alpha = \beta .$$

*Iz crteža se vidi da je:*

$$\beta + \alpha_1 + 90^\circ = 180^\circ$$

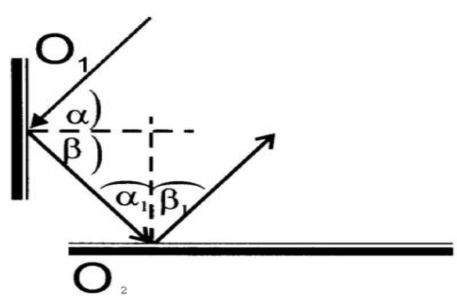
*a traženi ugao se dobija iz jednačine*

$$\alpha_1 = 180^\circ - 90^\circ - \alpha.$$

*Po zakonu odbijanja za drugo ogledalo važi:*

$$\beta_1 = \alpha_1$$

*Odakle dobijamo traženu vrednost ugla* $\beta_1$.



<u>*Rešenje*</u>:

$$\alpha = \beta = 50^{\circ}$$

$$\beta + \alpha_1 + 90^{\circ} = 180^{\circ}$$

$$\alpha_1 = 180^{\circ} - 90^{\circ} - \alpha. = 180^{\circ} - 90^{\circ} - 50^{\circ} = 40^{\circ}$$

$$\beta_1 = \alpha_1 = 40^{\circ}$$

**2. Svetiljka koja obasjava dvorište zgrade nalazi se na stubu visine 4m. Kolika će biti dužina senke vertikalnog štapa čija je dužina 1 m ako je štap udaljen 3m od osnove stuba sa svetiljkom?**

**Dati podaci:** *h = 4 m*

*a = 3 m*

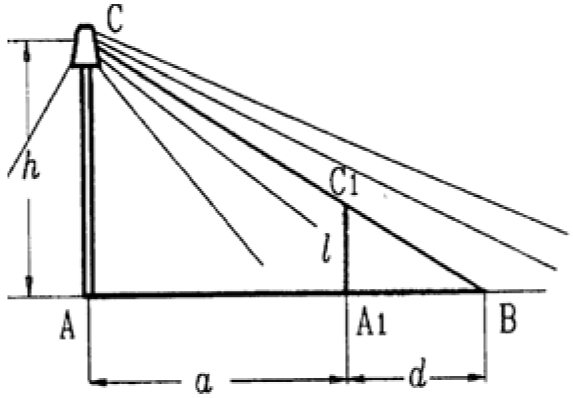
*l = 1 m*

---

**Traži se :** *dužina senke ( d )*

*Za izradu ovog zadatka potrebno je nacrtati sliku i obeležiti zadate veličine.*

<u>*Analiza*</u>*: Najpre treba nacrtati sliku:*




*Svetlost se prostire pravolinijski a svetlosni zraci koji polaze od svetiljke idu raznim pravcima. Dužina senke određena je zrakom koji dodiruje vrh štapa. Na osnovu sličnosti trouglova $A_1BC_1$ i $ABC$ možemo pisati:*

$$\frac{d}{d+a} = \frac{l}{h}$$

$$d = \frac{la}{h-l}$$

<u>*Rešenje*</u>:

$$\frac{d}{d+a} = \frac{l}{h}$$

$$d = \frac{la}{h-l} = \frac{1m \cdot 3m}{4m - 1m} = 1m$$

**3. Ulični fenjer je nalazi se na stubu visine 3m od površine zemlje. Štap dužine 1m postavljen je je vertikalno u tački A na nekom rastojanju od osnove stuba, i baca senku dužine 0,8m. Kada se štap premesti u tačku B, dužina senke je 1,2 m. Koliko je rastojanje između tačaka A i B? Osnove stuba i tačke A i B pripadaju jednoj pravoj.**

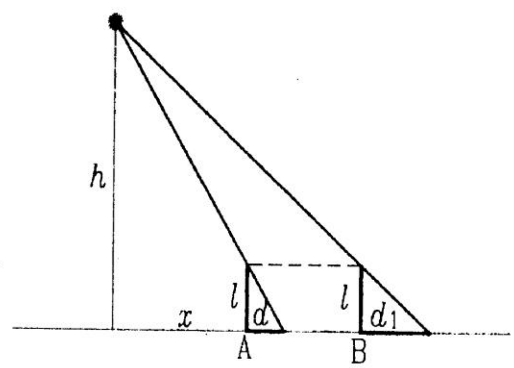
**Dati podaci:** $h = 3\ m$
$l = 1\ m$
$d = 0,8m$
$d_1 = 1,2m$

---

**Traži se :** *rastojanje AB*

*Za izradu ovog zadatka potrebno je nacrtati sliku i obeležiti zadate veličine.*

<u>Analiza</u>: *Na slici je prikazan štap u položajima A i B.*




*Na osnovu sličnosti trouglova kada je štap u tački A može se napisati:*

$$\frac{h}{l} = \frac{x+d}{d}$$

*odakle se dobija*

$$x = \frac{dh}{l} - d.$$

*Iz sličnosti trouglova kada je štap u tački B sledi:*

$$\frac{h}{l} = \frac{x + AB + d_1}{d_1}$$

*odakle se dobija rastojanje AB:*

$$AB = \frac{hd_1}{l} - (x + d_1)$$

<u>*Rešenje*</u>:

$$\frac{h}{l} = \frac{x+d}{d}$$

$$x = \frac{dh}{l} - d = \frac{0{,}8m \cdot 3m}{1m} - 0{,}8m = 1{,}6m$$

$$\frac{h}{l} = \frac{x + AB + d_1}{d_1}$$

$$AB = \frac{hd_1}{l} - (x + d_1) = \frac{3m \cdot 1{,}2m}{1m} - (1{,}6m + 1{,}2m) = 0{,}8m$$

**4. Predmet je na rastojanju 30 cm od sabirnog sočiva žižne daljine 10 cm. Kako i koliko treba pomeriti predmet da bi se njegov lik približio sočivu za 3 cm?**

**Dati podaci:** $p_1 = 30\ cm$
$f = 10\ cm$
$d = 3\ cm$

---

**Traži se :** *promena daljine predmeta ( Δ p )*

*Ovaj zadatak učenicima predstavlja značajnu teškoću u izračunavanju jer zahteva dobro poznavanje teorije geometrijske optike i povezivanje prethodno stečenih znanja.*

<u>Analiza</u>: *Ako se predmet udaljava od sočiva, onda se lik približava sočivu.To znači da predmet treba udaljiti od sočiva. U početnom položaju iz jednačine sočiva:*

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1}$$

*dobijamo da je lik na rastojanju*

$$l_1 = \frac{p_1 \cdot f}{p_1 - f}$$

*Za drugi položaj možemo pisati :*

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{l_2} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{l_1 - d}$$

*odakle se može izračunati položaj lika*

$$\frac{1}{p_2} = \frac{1}{f} - \frac{1}{l_1 - d}$$

*Na kraju se iz izraza*

$$\Delta p = p_2 - p_1$$

*dobija za koliko treba udaljiti predmet.*

<u>Rešenje</u>:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1}$$

$$l_1 = \frac{p_1 \cdot f}{p_1 - f} = \frac{30cm \cdot 10cm}{30cm - 10cm} = 15cm$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{l_2} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{l_1 - d}$$

$$\frac{1}{p_2} = \frac{1}{f} - \frac{1}{l_1 - d} = \frac{1}{10cm} - \frac{1}{15cm - 3cm} = \frac{2cm}{120cm^2} = 60cm$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 = 30cm$$

**5. Ispred sabirnog sočiva optičke moći 5 dioptrija nalazi se predmet na rastojanju 30 cm od sočiva. Kako će se pomeriti lik ako se sočivo zameni drugim čija je optička moć 10 dioptrija?**

**Dati podaci:** $D_1 = 5$ *dioptrija*

$p = 30\ cm = 0{,}3m$

$D_2 = 10$ *dioptrija*

$p_1 = p_2 = p$

---

**Traži se :** *promena položaja ( d )*

*Iako su u zadatku obe vrednosti zadate u centimetrima, treba ih na početku izrade zadatka pretvoriti u jedinicu SI sistema – metar, da bi se u konačnom rešenju dobila ispravna jedinica za dioptriju: 1 dioptrija = 1* $m^{-1}$ .

Analiza*: Daljina lika određuje se iz jednačine:*

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

*iz koje se dobija*

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

*Za slučaj prvog sočiva je:*

$$\frac{1}{l_1} = D_1 - \frac{1}{p}$$

*odakle se može izračunati udaljenost lika.*

*Na isti način se dobija udaljenost lika i za drugo sočivo:*

$$\frac{1}{l_2} = D_2 - \frac{1}{p}$$

*Kada se izračunaju vrednosti za* $l_1$ i $l_2$*, može se jednostavno naći traženo rastojanje d:*

$$d = l_1 - l_2$$

Rešenje:

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

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

$$\frac{1}{l_1} = D_1 - \frac{1}{p} = 5m^{-1} - \frac{10}{3}m^{-1} = \frac{5}{3}m^{-1}$$

$$l_1 = \frac{3}{5}m = 0{,}6m$$

$$\frac{1}{l_2} = D_2 - \frac{1}{p} = 10m^{-1} - \frac{10}{3}m^{-1} = \frac{20}{3}m^{-1}$$

$$l_2 = \frac{3}{20}m = 0{,}15m$$

*Kako je $l_2$ manje od $l_1$, znači da će se lik pomeriti ka predmetu za:*

$$d = l_1 - l_2 = 0{,}45m$$

**6. Izdubljeno ogledalo uvećava 5 puta. Kolika je udaljenost predmeta i lika ako je poluprečnik zakrivljenosti ogledala 24 cm?**

**Dati podaci:** *u = 5*

*r = 24 cm*

---

**Traži se :** *udaljenost predmeta i lika ( p , l )*

*Ovaj zadatak učenicima predstavlja značajnu teškoću u izračunavanju jer zahteva dobro znanje iz matematike predstavljajući primer za rešavanje sistema jednačina sa dve nepoznate veličine. Sem dobrog poznavanja rešavanja jednačina potrebno je znati i odgovarajuće izraze koji povezuju uvećanje ogledala sa jednačinom ogledala.*

<u>Analiza</u>: *Uvećanje ogledala računa se iz jednačine:*

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

*odakle sledi:*

$$l = u \cdot p$$

*Kada se to unese u jednačinu ogledala i sredi, dobija se:*

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

$$\frac{2}{r} = \frac{1}{p} + \frac{1}{5 \cdot p} = \frac{5+1}{5 \cdot p}$$

$$p = \frac{3 \cdot r}{5}.$$

*Na kraju se izračuna udaljenost lika, najjednostavnije je, iz jednačine za uvećanje.*

*Rešenje*:

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

$$l = u \cdot p$$

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

$$\frac{2}{r} = \frac{1}{p} + \frac{1}{5 \cdot p} = \frac{5+1}{5 \cdot p}$$

$$\frac{r}{2} = \frac{5 \cdot p}{6}$$

$$5 \cdot p = \frac{6 \cdot r}{2}$$

$$p = \frac{3 \cdot r}{5} = \frac{3 \cdot 24cm}{5} = 14{,}4cm$$

$$l = 5 \cdot 14{,}4 = 72cm$$

**7. Rastojanje predmeta i realnog lika koje daje tanko sabirno sočivo je 50 cm. Lik je uvećan devet puta. Odredi žižnu daljinu ovog sočiva.**

**Dati podaci:** $l + p = 50\ cm$

$u = 9$

---

**Traži se :** *udaljenost žižna daljine sočiva (f)*

*Ovaj zadatak se radi slično kao prethodni i učenicima predstavlja značajnu teškoću u izračunavanju jer zahteva dobro znanje iz matematike. Za pravilno rešavanje* potrebno je znati i *odgovarajuće izraze koji povezuju uvećanje ogledala sa jednačinom ogledala.*

*Analiza: Uvećanje ogledala računa se iz jednačine:*

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

*odakle sledi:*

$$l = u \cdot p$$

.

*Kako je:*

$$l + p = 50cm, \text{ po uslovu zadatka}$$

$$u \cdot p + p = 50cm$$

*dobijamo udaljenost predmeta, a nakon toga možemo izračunati udaljenost lika.*

*Kada se izračunaju udaljenosti predmeta i lika i vrednosti uvrste u jednačinu ogledala dobija se vrednost žižne daljine:*

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

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

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

<u>*Rešenje*</u>:

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

$$l = u \cdot p$$

$$l + p = 50cm$$

$$u \cdot p + p = 50cm$$

$$9 \cdot p + p = 50cm$$

$$10 \cdot p = 50cm$$

$$p = 5cm$$

$$l = 45cm$$

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

$$f = \frac{p \cdot l}{p + l} = 4{,}5cm$$

**8. Imaginarni lik predmeta koji se nalazi na optičkoj osi konkavnog ogledala uvećan je tri puta. Koliko je rastojanje predmeta i lika? Poluprečnik krivine ogledala je 90 cm.**

**Dati podaci:** *r = 90 cm*

$$f = \frac{r}{2} = 45cm$$

$$u = 3$$

---

**Traži se :** *udaljenost predmeta i lika ( d )*

*Ovaj zadatak se radi slično kao prethodni zadaci sa uvećanjem, s tom razlikom što se ovde radi o konkavnom ogledalu kod koga se dobija imaginaran lik o čemu treba voditi računa.*

<u>*Analiza*</u>*: Uvećanje ogledala računa se iz jednačine:*

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

*odakle sledi:*

$$l = u \cdot p$$

*a kako je lik imaginaran*

$$l = -u \cdot p$$

*Zamenjujući u jednačinu ogledala:*

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{u \cdot p} = \frac{2}{3 \cdot p}$$

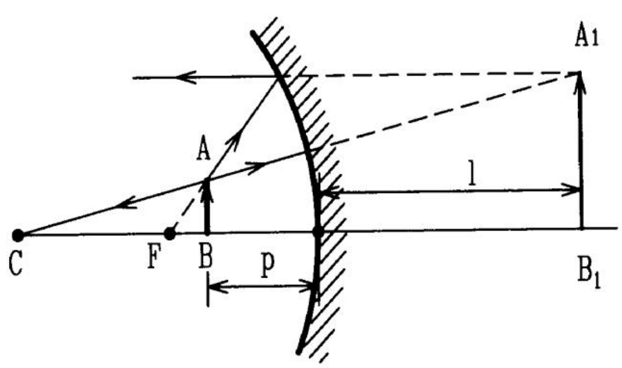
$$3 \cdot p = 2 \cdot f$$

$$p = \frac{2 \cdot f}{3}.$$

*Kada se izračuna udaljenost predmeta lako se dobija udaljenost lika iz jednačine za uvećanje.*

*Da bi izračunali traženo rastojanje, dobro bi bilo nacrtati skicu,gde se sa slike vidi da su lik i predmet sa različite strane ogledala, gde se dobija:*

$$d = p + |l|$$




<u>Rešenje</u>:

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

$$l = u \cdot p$$

*a kako je lik imaginaran*

$$l = -u \cdot p = -3 \cdot p$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{u \cdot p} = \frac{2}{3 \cdot p}$$

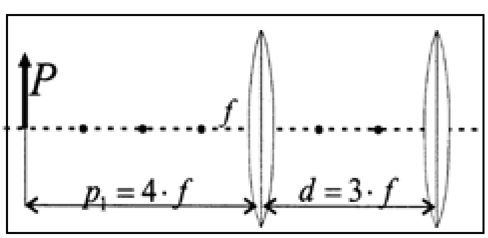
$$3 \cdot p = 2 \cdot f$$

$$p = \frac{2 \cdot f}{3} = 30cm.$$

$$l = -3 \cdot 30cm = -90cm$$

$$d = p + |l| = 30cm + 90cm = 120cm$$

**9. Dat je sistem dva identična sočiva ( $f_1 = f_2 = f$ ), na rastojanju d = 3f kao na crtežu. Ako je predmet na rastojanju $p_1$ = 4f ispred prvog sočiva, kakav će biti lik koji daje ovaj sistem sočiva? Do rezultata doći isključivo konstrukcijom.**




**Dati podaci:** $d = 4f$

$p_1 = 4f$

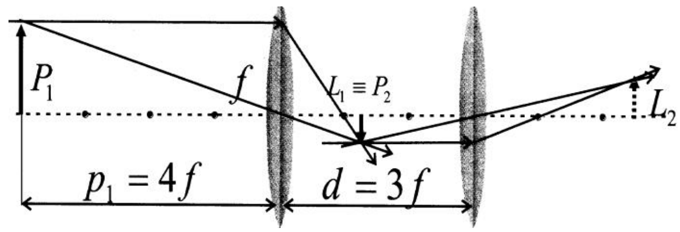
$f_1 = f_2 = f$

---

**Traži se :** *karakteristike lika*

*<u>Analiza</u>: Za izradu ovog zadatka potrebno je upotrebiti karakteristične zrake kod sabirnih sočiva zankonstrukciju lika. Ovaj zadatak spada u kompleksne zadatke koji od učenika zahtevaju teorijska znanja za pravilnu konstrukciju i uočavanje karakteristika lika na osnovu konstrukcije.*

*<u>Rešenje</u>*:




Lik je: uspravan, umanjen, realan.

### d. Četvrta grupa zadataka

*Ova grupa zadataka pripada grupi takmičarskih zadataka, i namenjena je učenicima čije mogućnosti i interesovanja prevazilaze obavezan program fizike u osnovnoj školi, učenicima koji su talentovani, vole fiziku i žele da učestvuju na takmičenjima iz fizike.*

1. **Zadatak, opštinski nivo, 2012. godina**
**Rastojanje imaginarnog lika od predmeta kod sabirnog sočiva je 60 cm. Veličina lika je tri puta veća od veličine predmeta, a upola manja od žižne daljine sočiva. Kolika je veličina predmeta?**

*<u>Analiza</u>: S obzirom da je lik imaginaran, predmet i lik se nalaze sa iste strane sočiva, te važi:*

$$d = l - p$$

*Odnos veličina lika i predmeta je isti kao odnos njihovih rastojanja od sočiva, tj.:*

$$\frac{l}{p} = 3 .$$

*Iz prethodne dve jednačine (rešavanjem sistema) sledi:*

$$p = \frac{d}{2} \ \ i \ \ l = \frac{3d}{2} .$$

*Kada te vrednosti iskoristimo u jednačini sočiva*

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

*Za žižnu daljinu dobijamo :*

$$f=\frac{3d}{4}.$$

*To dalje znači da je:*

$$L=\frac{f}{2}=\frac{3d}{8}$$

$$P=\frac{L}{3}=\frac{d}{8}$$

*Rešenje:*

$$d=l-p$$

$$\frac{l}{p}=3.$$

$$p=\frac{d}{2}\ \ i\ \ l=\frac{3d}{2}$$

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

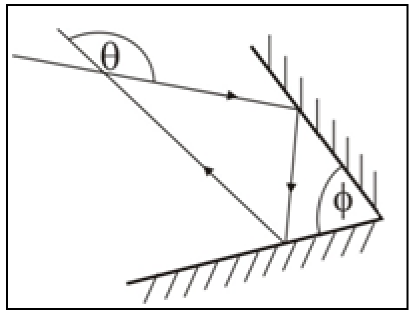
$$f=\frac{3d}{4}.$$

$$L=\frac{f}{2}=\frac{3d}{8}$$

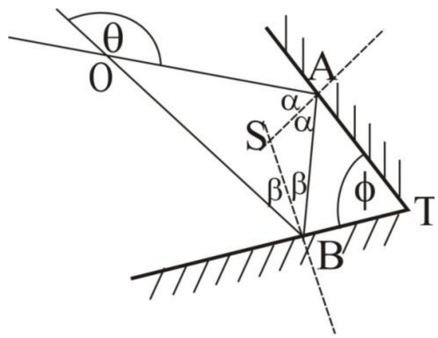
$$P=\frac{L}{3}=\frac{d}{8}=7.5\ \text{cm}.$$

**2. Zadatak, okružni nivo 2012. godina.**

**Dva ravna ogledala čine ugao . Svetlosni zrak ulazi u ovaj sistem i odbija se po jednom od svakog ogledala. Naći ugao za koji se zrak zakrene nakon oba odbijanja.**




*<u>Analiza</u>: Kao i drugi zadaci ovog tipa, prvo crtamo sliku.*




*Sa slike vidimo da je ugao* $\angle BAT = 90^\circ - \alpha$*, te sledi da je:*

$$\text{ugao } \angle ABT = 180^\circ - \varphi - (90^\circ - \alpha) = 90^\circ - \varphi + \alpha .$$

*Sada se ugao* $\beta$ *može izraziti kao:*

$$\beta = 90^\circ - \angle ABT = \varphi - \alpha .$$

*Iz trougla* $\Delta AOB$ *zaključujemo da je:*

$$\angle AOB = 180^\circ - 2\alpha - 2\beta = 180^\circ - 2\varphi$$

*odakle sledi:* $\theta = 2\varphi$ *ili* $\theta = 360^\circ - 2\varphi$.

<u>Rešenje</u>:

$$\angle BAT = 90^\circ - \alpha$$

$$\text{угао } \angle ABT = 180^\circ - \varphi - (90^\circ - \alpha) = 90^\circ - \varphi + \alpha .$$

$$\beta = 90^\circ - \angle ABT = \varphi - \alpha .$$

$$\angle AOB = 180^\circ - 2\alpha - 2\beta = 180^\circ - 2\varphi$$

$$\theta = 2\varphi \text{ ili } \theta = 360^\circ - 2\varphi .$$

**3. Zadatak, republički nivo, 2012. godina.**

**Optički sistem se sastoji od sabirnog sočiva žižne daljine 30 cm i rasipnog sočiva žižne daljine 20 cm koji imaju zajedničku glavnu optičku osu. Na sabirno sočivo pada paralelan snop zraka i nakon prolaska kroz optički sistem snop ostaje paralelan. Naći rastojanje između sočiva.**

*Analiza:* *Tačka P u kojoj bi se presekli zraci prelomljeni kroz sabirno sočivo je žiža sabirnog sočiva (jer su zraci pre sabirnog sočiva bili paralelni), i predstavlja imaginarni (jer je u preseku produžetaka zraka, a ne stvarnih zraka) predmet za rasipno sočivo. Lik rasipnog sočiva ce nalazi u beskonačnosti, te jednačina rasipnog sočiva izgleda ovako:*

$$\frac{1}{f_2} = -\frac{1}{p_2} + 0$$

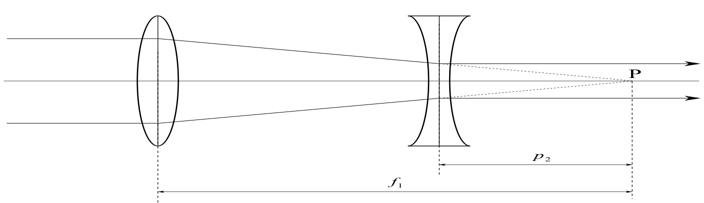
*odakle sledi da je:*

$$p_2 = -f_2$$

*(trebalo bi imati u vidu da je žižna daljina rasipnog sočiva negativna veličina).*

*Sa slike se vidi da je:*

$$d = f_1 - p_2 = f_1 + f_2$$




*Rešenje*:

$$\frac{1}{f_2} = -\frac{1}{p_2} + 0$$

$$p_2 = -f_2$$

$$d = f_1 - p_2 = f_1 + f_2 = 30\text{ cm} - 20\text{ cm} = 10\text{ cm}$$

**4. Zadatak, opštinski nivo, 2011. godina**

**Predmet se nalazi na rastojanju $p = 15\,\text{cm}$ od temena konkavnog ogledala na glavnoj optičkoj osi. Stvaran lik predmeta se dobije na rastojanju $\ell = 30\,\text{cm}$ od ogledala. Na koju stranu i za koliko će se pomeriti lik predmeta, kada se predmet približi ogledalu za $\Delta p = 1\,\text{cm}$ ?**

*<u>Analiza:</u> Iz datih podataka može se izračunati žižna daljina konkavnog ogledala:*

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{p}+\frac{1}{l}\Rightarrow f=\frac{p\cdot l}{p+l}=10\,\mathrm{cm}$$

*Ako se predmet približi ogledalu za* $\Delta p$*, onda je:*

$$p^{/}=p-\Delta p\;\; p'=14\,\mathrm{cm}$$

*a rastojanje na kojem se formira lik od ogledala iznosi:*

$$\frac{1}{l'}=\frac{1}{p'}-\frac{1}{f}\Rightarrow l'=\frac{p'\cdot f}{p'-f}=35\,\mathrm{cm}.$$

*<u>Rešenje</u>:*

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{p}+\frac{1}{l}\Rightarrow f=\frac{p\cdot l}{p+l}=10\,\mathrm{cm}$$

$$p^{/}=p-\Delta p\;\; p'=14\,\mathrm{cm}$$

$$\frac{1}{l'}=\frac{1}{p'}-\frac{1}{f}\Rightarrow l'=\frac{p'\cdot f}{p'-f}=35\,\mathrm{cm}.$$

### *5. Zadatak, republički nivo, 2011. godina*

**Kada se predmet visine $P=3\,\mathrm{cm}$ nalazi na glavnoj optičkoj osi sočiva dobija se stvaran lik visine $L=18\,\mathrm{cm}$. Ako se predmet pomeri duž optičke ose za $\Delta p=6\,\mathrm{cm}$, dobija se nestvaran lik visine $L'=9\,\mathrm{cm}$. Odrediti žižnu daljinu sočiva.**

*<u>Analiza</u> : Pošto u prvom slučaju nastaje stvarni lik, znamo da se radi o sabirnom sočivu i znamo da je odnos:*

$$\frac{l}{p}=\frac{L}{P}=\frac{18\,\mathrm{cm}}{3\,\mathrm{cm}}=6$$

*Da bi se dobio nestvaran lik u drugom slučaju, predmet se mora nalaziti između sočiva i njegove žiže, što znači da se predmet mora približiti sočivu, odnosno:*

$$p'=p-6\,\mathrm{cm}.$$

*U drugom slučaju takođe važi:*

$$\frac{l'}{p'}=\frac{L'}{P}=\frac{9\,\mathrm{cm}}{3\,\mathrm{cm}}=3$$

*Na osnovu jednačina sočiva u prvom i u drugom slučaju imamo :*

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{p}+\frac{1}{l}\ i\ \frac{1}{f}=\frac{1}{p'}-\frac{1}{l'}$$

*Izjednačavanjem sledi:*

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{l}=\frac{1}{p'}-\frac{1}{l'}\Rightarrow\frac{1}{p}\left(1+\frac{p}{l}\right)=\frac{1}{p'}\left(1-\frac{p'}{l'}\right)\Rightarrow\ \frac{7}{6}\frac{1}{p}=\frac{2}{3}\frac{1}{p'}.$$

*Rešenje:*

$$\frac{l}{p}=\frac{L}{P}=\frac{18\,\text{cm}}{3\,\text{cm}}=6$$

$$p'=p-6\,\text{cm}.$$

$$\frac{l'}{p'}=\frac{L'}{P}=\frac{9\,\text{cm}}{3\,\text{cm}}=3$$

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{p}+\frac{1}{l}i\frac{1}{f}=\frac{1}{p'}-\frac{1}{l'}$$

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{l}=\frac{1}{p'}-\frac{1}{l'}\Rightarrow\frac{1}{p}\left(1+\frac{p}{l}\right)=\frac{1}{p'}\left(1-\frac{p'}{l'}\right)\Rightarrow\ \frac{7}{6}\frac{1}{p}=\frac{2}{3}\frac{1}{p'}.$$

$$p=14\,\text{cm},\ l=84\,\text{cm},\ f=12\,\text{cm}$$

**6. *Zadatak, okružni nivo, 2011 godina.***

**Neki kratkovidi čovek može jasno da vidi predmete (da akomodira oko) na rastojanjima od $a_1=16\,\text{cm}$ do $a_2=80\,\text{cm}$, dok udaljene predmete ne može jasno da vidi. Ako nosi odgovarajuće naočare, on jasno vidi udaljene predmete. Koliko je najmanje rastojanje između knjige i njegovih očiju kada čita pomoću tih naočara a da pri tom jasno vidi tekst ?**

Analiza: *Kratkovidom čoveku su potrebne naočare sa rasipnim sočivom pošto se lik predmeta formira ispred mrežnjače. Pošto čovek jasno vidi između datih rastojanja onda važi:*

$$\frac{1}{f_1}=\frac{1}{a_1}+\frac{1}{l} \quad i \quad \frac{1}{f_2}=\frac{1}{a_2}+\frac{1}{l}$$

*Gde je $l$ dubina oka, a $f_1$ u $f_2$ žižne daljine sočiva oka u ta dva slučaja. Kada čovek nosi naočare čija je žižna daljina negativna, onda je za udaljene predmete:*

$$\frac{1}{f_2}-\frac{1}{f_N}=\frac{1}{\infty}+\frac{1}{l}=\frac{1}{l} \ ,$$

*dok je za traženu najmanju daljinu x:*

$$\frac{1}{f_1}-\frac{1}{f_N}=\frac{1}{x}+\frac{1}{l}$$

*Oduzimanjem prve dve jednačine dobija se:*

$$\frac{1}{f_1}-\frac{1}{f_2}=\frac{1}{a_1}-\frac{1}{a_2}$$

*a oduzimanjem druge dve dobija se:*

$$\frac{1}{f_1}-\frac{1}{f_2}=\frac{1}{x} \quad .$$

*Izjednačavanjem se dobija:*

$$\frac{1}{x}=\frac{1}{a_1}-\frac{1}{a_2} \Rightarrow x=\frac{a_1 \cdot a_2}{a_2-a_1}$$

*Rešenje*:

$$\frac{1}{f_1}=\frac{1}{a_1}+\frac{1}{l} \quad i \quad \frac{1}{f_2}=\frac{1}{a_2}+\frac{1}{l} \ ,$$

$$\frac{1}{f_2}-\frac{1}{f_N}=\frac{1}{\infty}+\frac{1}{l}=\frac{1}{l} \ ,$$

$$\frac{1}{f_1}-\frac{1}{f_N}=\frac{1}{x}+\frac{1}{l}$$

$$\frac{1}{f_1}-\frac{1}{f_2}=\frac{1}{a_1}-\frac{1}{a_2}$$

$$\frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2} = \frac{1}{x} \quad .$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2} \Rightarrow x = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_2 - a_1} = 20\, cm$$

# 5. ZAKLJUČAK

Rešavanje računskih zadataka iz fizike kod mnogih učenika povećava se interesovanje za fiziku, razvija logičko mišljenje, podstiče na inicijativu i upornost u savlađivanju teškoća, jača se volja za samostalan rad, povezuju stečena znanja sa znanjima u svakodnevnim životom. Rešavanje računskih zadataka je samo jedna karika u nastavi fizike. Da bi bio postignut potpun uspeh u izučavanju fizike i sticanju znanja, potrebno je rešavanje računskih zadataka upotpuniti sa rešavanjem kvalitativnih, grafičkih i eksperimentalnih zadataka. Na taj način se u potpunosti postiže cilj nastave fizike. Rešavanje računskih zadataka iz fizike, posebno, učenje metodologije njihovog rešavanja, treba da bude, između ostalih, jedan od prioritetnih zadataka svakog nastavnika u školi. To je složen i dugotrajan proces za čiju je realizaciju neophodno imati motiva, čega je u poslednje vreme sve manje. Ideja u nastavnim preocesu vezanom za fiziku je ta da se tekstovi zadataka prilagode svakodevnim i aktuelnim događanjima. Da bi se dobili dobri rezultati potrebno je uložiti mnogo strpljenja i krajnji ishod bi bio – zadatak koji je razumljiv a rešavanje zadataka savladano i dobijen korektan rezultat.

Uloga nastavnika u nastavi fizike je veoma važna jer on u svakodnevnom planiranju časa posebnu pažnju treba da posveti zadacima , gde se rešavanjem zadataka razvija logičko mišljenje, kao i razumevanje te viši misaoni procesi (formiranje pojmova, rešavanje problema). Rešavanjem računskih zadataka razvijaju se kod učenika kreativne sposobnosti, produbljuju i trajnije usvajaju znanja fizike, kao nauke, razvijaju sposobnosti za samostalan rad, prezentaciju rezulatata, a sve u cilju da znanja iz fizike budu trajnija i na mnogo višem nivou kvaliteta nego u postojećoj školskoj praksi.

Značaj zadataka u nastavi fizike je ogroman. Bez njih se ne može zamisliti nastavni proces. Da bi izvođenje nastave fizike bilo uspešno važno je znati koliko se usvojena znanja mogu primeniti. Primena znanja je najviša faza u procesu sticanja saznanja i pokazatelj stepena usvojenosti, osmišljenosti i trajnosti stečenog znanja. Da bi se u fizici steklo primenljivo znanje potrebno je poznavanje fizičkih objekata, pojava i njihovih zakona, ali su potrebne i posebne pripreme i uvežbavanja što se postiže rešavanjem zadataka.

# 6. LITERATURA

1. Nataša Kadelburg , N., Fizika VIII, za osmi razred osnovne škole, Krug, Beograd, 2009.
2. Aničin, I., Vasiljević, I., Eksperimentalna fizika za III matematičke škole razred prirodno-matematičke škole, Naučna knjiga, Beograd, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1990.
3. http://sr.wikipedia.org
4. Nataša Kadelburg, Fizika 3 za treći razred gimnazije, Krug, Beograd, 2009.
5. http://old.sf.bg.ac.yu/katotn/Fizika/
6. mr Svetomir Dimitrijević, dr Dušanka Obadović, dr I. Mančev, dr Darko Kapor, dr Fedor Skuban, dr Jovan Malešević, dr Srđan Rakić, Zbirka računskih eksperimentalnih zadataka iz fizike za dodatni rad učenika osnovne škole, Biblioteka Matice srpske, Novi Sad
7. Dr Ivan Mančev, Dr Miroslav Nikolić, Dr Nadežda Novaković, Zbirka takčmirskih zadataka iz fizike, 1995-2004 7 razred Niš, 2005
8. Branko Radivojević, Milan Raspopović, Jezdimir Tomić, Zbirka zadataka iz fizike sa laboratskim vežbama, Beograd, 2003.

9. Gordana Nastić i Vladimir Obradović, Zbirka zadataka za redovnu i dodatnu nastavu u osmom razredu osnovne škole, Teatar za, 2011.

10. Mirjana Komar, Ja u svetu fizike, Radna sveska 8, Školska knjiga, Novi Sad, 2007

11. dr Tomislav Petrović, Didaktika fizike-teorija nastave fizike,Beograd, 1994.

**BIOGRAFIJA**

Tatjana Buletinac rođena je 31.5.1971.godine u Novom Sadu, gde je završila osnovnu i srednju školu kao i Prirodno matematički fakultet,- smer diplomirani fizičar. Trenutno radi u Srednjoj školi “Svetozar Miletić” u Novom Sadu kao profesor fizike.

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

| | |
|---|---|
| *Redni broj:*<br>**RBR** | |
| *Identifikacioni broj:*<br>**IBR** | |
| *Tip dokumentacije:*<br>**TD** | Monografska dokumentacija |
| *Tip zapisa:*<br>**TZ** | Tekstualni štampani materijal |
| *Vrsta rada:*<br>**VR** | Završni- master rad |
| *Autor:*<br>**AU** | Tatjana Buletinac |
| *Mentor:*<br>**MN** | dr Maja Stojanović |
| *Naslov rada:*<br>**NR** | Rešavanje računskih zadataka iz geometrijske optike |
| *Jezik publikacije:*<br>**JP** | srpski (latinica) |
| *Jezik izvoda:*<br>**JI** | srpski/engleski |
| *Zemlja publikovanja:*<br>**ZP** | Republika Srbija |
| *Uže geografsko područje:*<br>**UGP** | Vojvodina |
| *Godina:*<br>**GO** | 2012 |
| *Izdavač:*<br>**IZ** | Autorski reprint |
| *Mesto i adresa:*<br>**MA** | Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad |
| *Fizički opis rada:*<br>**FO** | 6/80/0/1/52/0/0 |
| *Naučna oblast:*<br>**NO** | Fizika |
| *Naučna disciplina:*<br>**ND** | Metodika nastave fizike |
| *Predmetna odrednica/ ključne reči:*<br>**PO**<br>**UDK** | Računski zadaci, geometrijska optika |
| *Čuva se:* | Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu |

**ČU**

| | |
|---|---|
| *Važna napomena:* **VN** | nema |
| *Izvod:* **IZ** | U ovom radu je data klasifikacija zadataka i jedan opšti metodički put rešavanja računskih zadataka iz fizike, što je i ilustrovano primerima, primenom zakona geometrijske optike. Zadaci dati u radu su namenjeni učenicima osnovne škole. |
| *Datum prihvatanja teme od NN veća:* **DP** | .9.2012. |
| *Datum odbrane:* **DO** | .10.2012. |
| *Članovi komisije:* **KO** | |
| *Predsednik:* | dr Dušanka Obadović, redovni prof. PMF-a |
| *član:* | dr Maja Stojanović, docent PMF-a, docent |
| *član:* | dr Milica Pavkov-Hrvojević, vanredni profesor |

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

| | |
|---|---|
| *Accession number:*<br>**ANO** | |
| *Identification number:*<br>**INO** | |
| *Document type:*<br>**DT** | Monograph publication |
| *Type of record:*<br>**TR** | Textual printed material |
| *Content code:*<br>**CC** | Final paper |
| *Author:*<br>**AU** | Tatjana Buletinac |
| *Mentor/comentor:*<br>**MN** | Ph.D. Maja Stojanović |
| *Title:*<br>**TI** | Problems solving in Geometrical optics |
| *Language of text:*<br>**LT** | Serbian (Latin) |
| *Language of abstract:*<br>**LA** | English |
| *Country of publication:*<br>**CP** | Republic of Serbia |
| *Locality of publication:*<br>**LP** | Vojvodina |
| *Publication year:*<br>**PY** | 2012 |
| *Publisher:*<br>**PU** | Author's reprint |
| *Publication place:*<br>**PP** | Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad |
| *Physical description:*<br>***PD*** | 6/80/0/1/52/0/0 |
| *Scientific field:*<br>**SF** | Physics |
| *Scientific discipline:*<br>**SD** | Methodology of physics teaching |
| *Subject/ Key words:*<br>**SKW**<br>**UC** | Problems solving, Geometrical optics |
| *Holding data:*<br>**HD** | Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4 |

| | |
|---|---|
| *Note:*<br>**N** | none |
| *Abstract:*<br>**AB** | In this paper, the classification of computational problems and a general methodical way of solving these problems in physics is given. All this was illustrated by solving problems using Geometrical optics laws. The computational problems given in this paper are designed for students of primary school. |
| *Accepted by the Scientific Board:*<br>**ASB** | |
| *Defended on:*<br>**DE** | .9.2012. |
| *Thesis defend board:*<br>**DB** | .10.2012. |
| *President:* | Ph.D. Dušanka Obadović, full prof |
| *Member:* | Ph.D. Maja Stojanović, assistant prof. |
| *Member:* | Ph.D. Milica Pavkov-Hrvojević, associate prof. |