

SVETLOBA

12.1. UVOD

12.2. VALOVNA OPTIKA

12.3. GEOMETRIJSKA OPTIKA

12.1. UVOD

Uklon, polarizacija, lom, interferenca in odboj potrjujejo da je svetloba valovanje, za katero je v različnih meritvah ugotovljeno, da se širi s hitrostjo $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Toda, kaj valuje? Svetloba se širi skozi prazen prostor in šele študij vedenja elektromagnetnega valovanja potrdi: Svetloba je elektromagnetno valovanje z valovnimi dolžinami od 400 nm do 800 nm.

12.2. VALOVNA OPTIKA

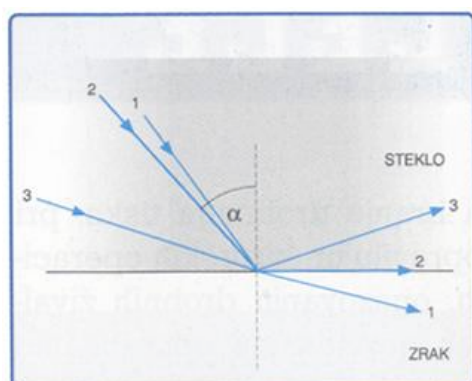
LOM

Nič ni hitrejšega od svetlobe v vakuumu. Razmerje med hitrostjo svetlobe v vakuumu in hitrostjo svetlobe v določeni snovi je **lomni količnik** (n). Za zrak, rečemo da je lomni količnik 1. Hitrost svetlobe v določeni snovi je potemtakem

$c_s = \frac{c}{n_s}$. Če upoštevamo lomni zakon, ki smo ga opisali v valovnih pojavih:

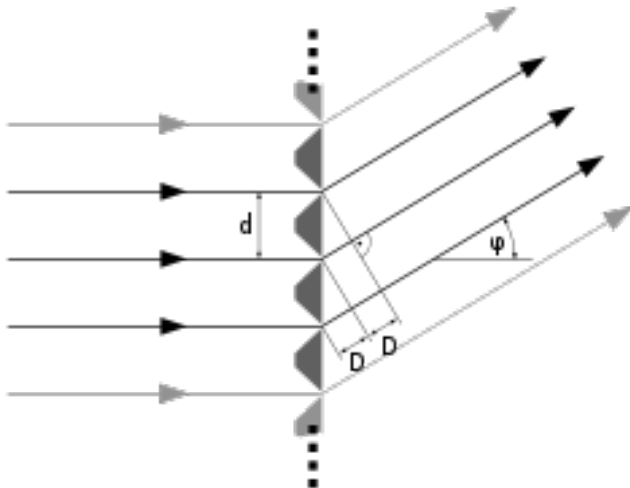
$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{c_1}{c_2} \Rightarrow \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{\frac{c}{n_1}}{\frac{c}{n_2}} = \frac{n_2}{n_1}. \text{ Zapišemo } n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2, \text{ kar je lomni zakon}$$

za svetlobo. Če se valovanje širi iz optično gostejše (večji n) v optično redkejšo snov (manjši n), pride do **popolnega odboja**. Svetloba se ne širi v drugo snov. Najmanjši kot pri katerem se to zgodi je kot popolnega odboja. Tedaj je lomni kot 90° . Kot popolnega odboja torej izračunamo: $\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$.



UKLON

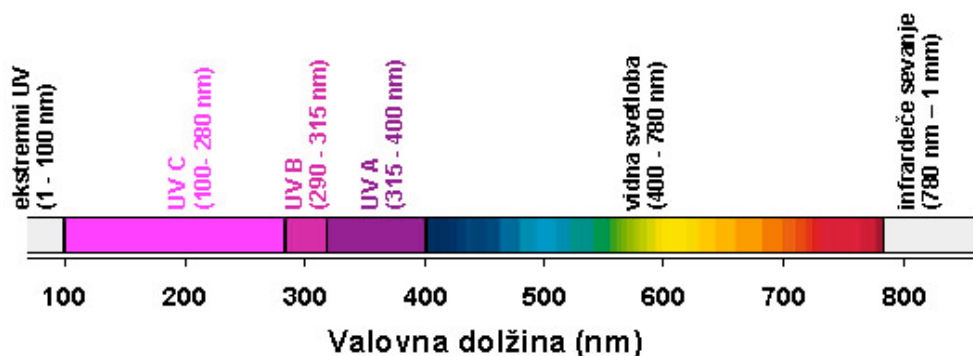
Kos mo obravnavali uklon smo ugotovili, da se valovanje uklanja, če zadene na ovire ali odprtine, ki so približno enako velike kot je valovna dolžina valovanja. Svetloba ima daleč premajhno valovno dolžino, da bi se uklanjala na običajnih ovirah ali odprtinah. Pojav vendarle lahko opazujemo, če izdelamo proščice, ki imajo do tisoč črt (rež) na millimeter širine ploščice (kar pomeni, da sta sosednji reži razmaknjeni za $1\mu\text{m}$). Takšni ploščici pravimo **uklonska mrežica**.



Ravno valovanje se na majhnih režah ukloni. Uklonjeno valovanje se iz vsake reže širi v vse smeri. Poleg direktne (neuklonjene) svetlobe, ki se širi skozi reže naprej v prvotni smeri, dobimo še uklonjeno svetlobo. Ta je zaradi interference v nekaterih smereh močno ojačena, v drugih pa oslabiljena,

Prvi uklonski maksimum nastane v smeri α_1 , v kateri se razdalje sosednjih žarkov razlikujeta za valovno dolžino.: $d \sin \alpha_1 = \lambda$, kjer je d širina reže. Za $\alpha > \alpha_1$, se uklonjena svetloba spet medsebojno oslabi, dokler ne dosežemo smeri $\alpha = \alpha_2$, pri kateri se poti sosednjih žarkov razlikujeta za 2λ , to je $d \sin \alpha_2 = 2\lambda$, kar je uklonski maksimum drugega reda. Podobno nadaljujemo in sklepamo: uklonski maksimum n -tega reda nastane v smeri kota α_n , ki zadošča enačbi $d \sin \alpha_n = n\lambda$; $n = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$. Pozitivni predznak števila n pomeni eno stran vpadne smeri, negativni pa drugo.

S pomočjo uklonske ploščice lahko svetlobo razcepimo na posamezne spektralne barve. Svetlobo iz svetila najprej pošljemo skozi zbiralno lečo, da dobimo vzporeden snop žarkov. Ta se širi naprej skozi zaslonko in skozi uklonsko mrežico. Sliko zaslonke opazujemo na oddaljenem zaslonu. Poleg osrednje slike, ki jo daje neuklonjena svetloba, opazujemo na vsaki strani dodatne slike (zaradi uklonjene svetlobe). Prvo sliko na vsaki strani osrednje (bele slike) posreduje uklonski maksimum prvega reda. Vidimo, da je ta slika razvlečena in obarvana. Na notranji strani (bližje osrednji sliki) je vijolična, na zunanji pa rdeča barva. Vmes so ostale spektralne barve. Podobno so razvlečene slike višjih uklonskih maksimumov, le da so šibkejšje od prve.



Slika: Barbara Vilhar

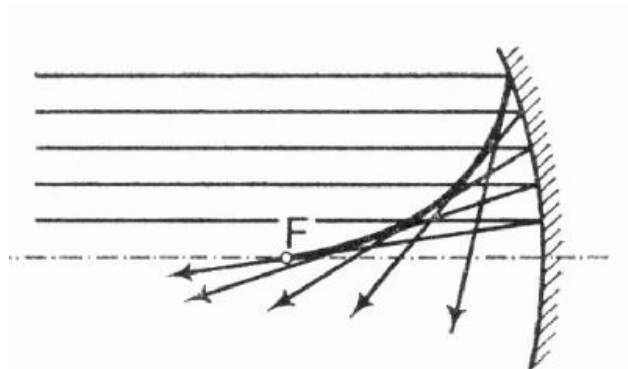
Žareče kovine in tekočine dajo zvezni specter, kar pomeni, da sevajo svetlobo vseh možnih valovnih dolžin. Žareče kovinske pare in plini pa dajo črtast specter, kar pomeni, da sevajo svetlobo ostro določenih valovnih dolžin (enobarvno svetlobo).

12.3. GEOMETRIJSKA OPTIKA

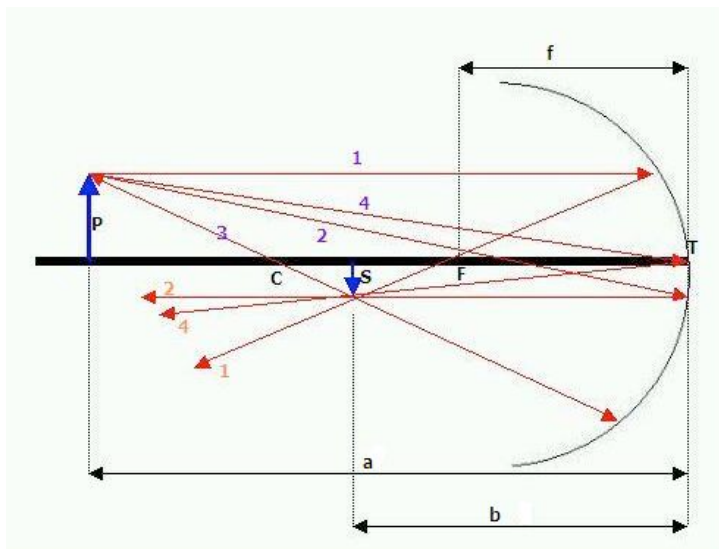
12.3.a ZRCALA

Zrcalo je gladka površina, ki odbija svetlobo po odbojnem zakonu. Večina sodobnih zrcal iz stekla je prevlečena s tanko aluminijasto prevleko na zadnji strani. Vrste zrcal: ravno, konkavno in konveksno. Za ravno zrcalo velja preprost odbojni zakon, kot smo ga že opisali in se ne bomo posebej ukvarjali z njim. Novi pojmi v povezavi z ukrivljenimi zrcali pa so: optična os, krivinski radij in gorišče zrcala. **Optična os** je v optičnem sistemu premica, ki sovпада z osjo simetrije elementov optičnega sistema. **Krivinski radij** je točka v katero bi zapičilo šestilo, da bi dobili željeno krivino zrcala. **Gorišče (fokus)** pa je točka, kjer se zberejo odbiti žarki.

KONKAVNO ZRCALO

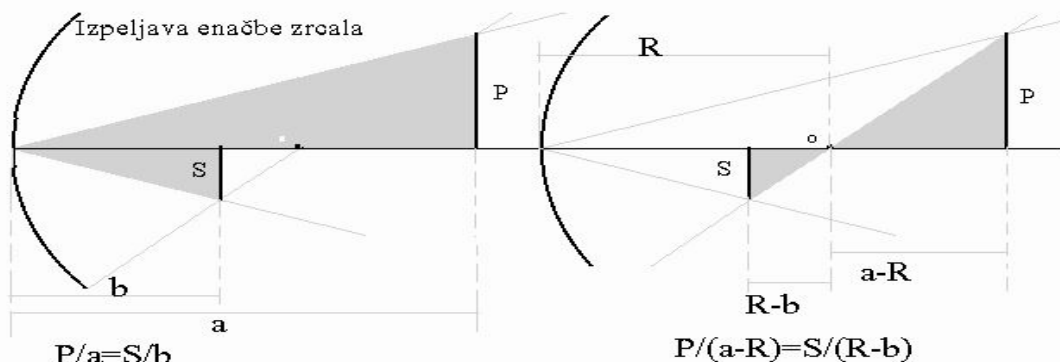
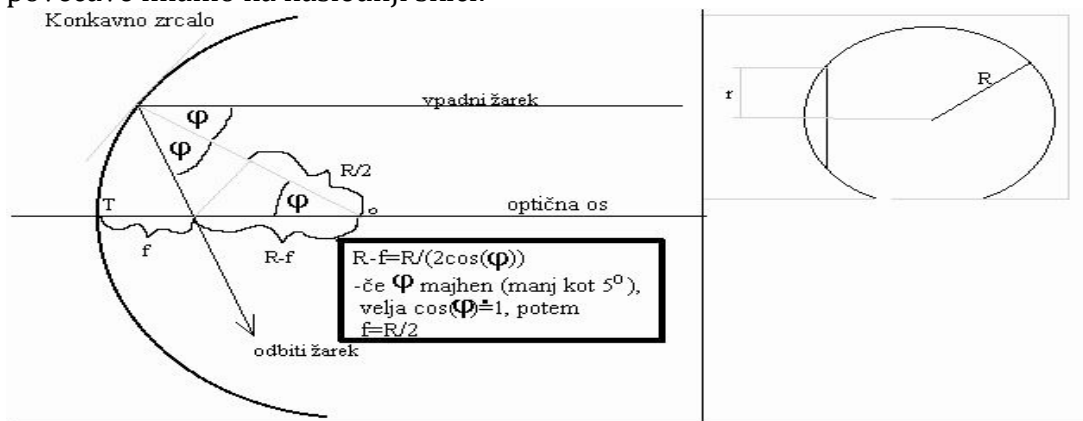


Sečišča vpadnih in odbitih žarkov tvorijo tipično krivuljo za konkavno zrcalo, ki ji pravimo **kavstika**.



S pomočjo zgornje skice bomo definirali tipične žarke zrcala, ki slikajo predmet in s pomočjo katerih določimo sliko. 1 žarek je vzporedni žarek, 2 je **goriščni žarek** in 4 je **temenski žarek**. Kako potekajo je razvidno iz skice. **a** je razdalja od predmeta do zrcala, **b** razdalja od slike do zrcala, **f** pa je gorišče.

Izpeljavo enačbe zrcala, povezave med krivinskim radijem in goriščem ter eačbo povečave imamo na naslednji skici:



Enačbi med sabo delimo:

$$(a-R)/a = (R-b)/b$$

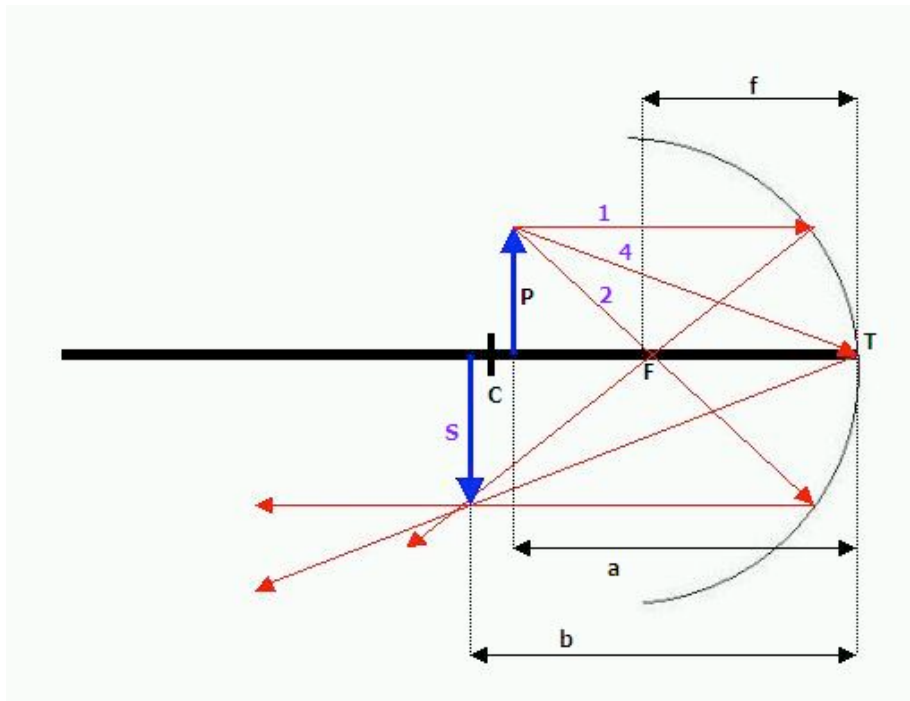
$$1 - R/a = R/b - 1$$

$$2 = R/a + R/b$$

$$2/R = 1/f = 1/a + 1/b \quad \text{Enačba zrcala}$$

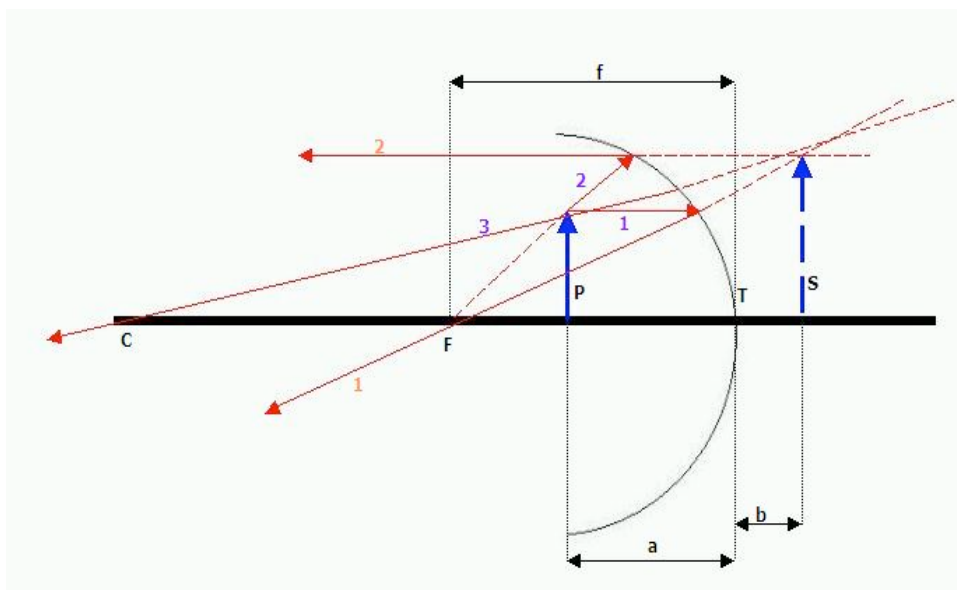
Pri slikanju predmeta ločimo dva primera:

$$f \leq a < \infty$$



Slika ki nastane je narobe obrnjena in realna. Če je $f < a < 2f$, je slika povečana, ko pa je $a > 2f$ je slika pomanjšana. $f > 0$, $a > 0$ in $b > 0$

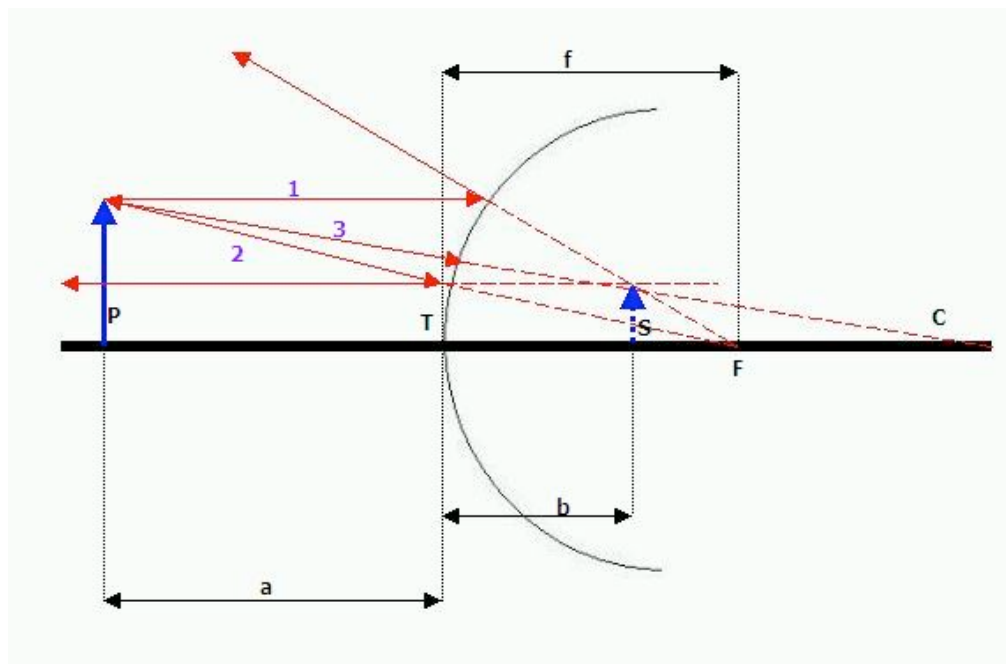
$$0 < a < f$$



Slika, ki nastane, je pokončna, navidezna in povečana. $f > 0$, $a > 0$ in $b < 0$

KONVEKSNO ZRCALO

Gorišče je negativno



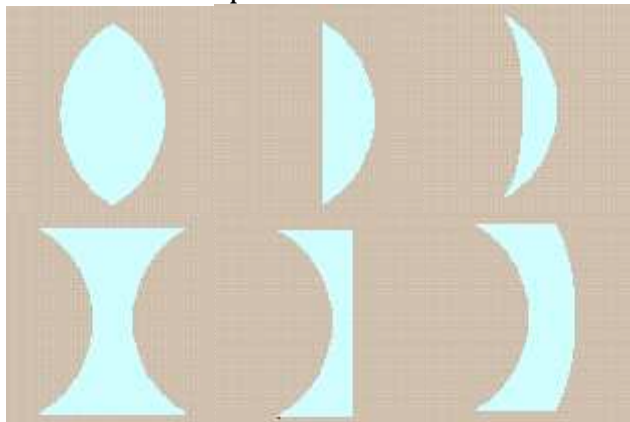
Slika, ki nastane je pokončna, navidezna in pomanjšana. $f < 0$, $a > 0$ in $b < 0$.

12.3.b LEČE

Leča je prozorno, osnosimetrično telo z dvema mejnima površinama, ki lomi svetlobo.

Vrste leč:

bikonveksna plankonveksna konkavnokonveksna



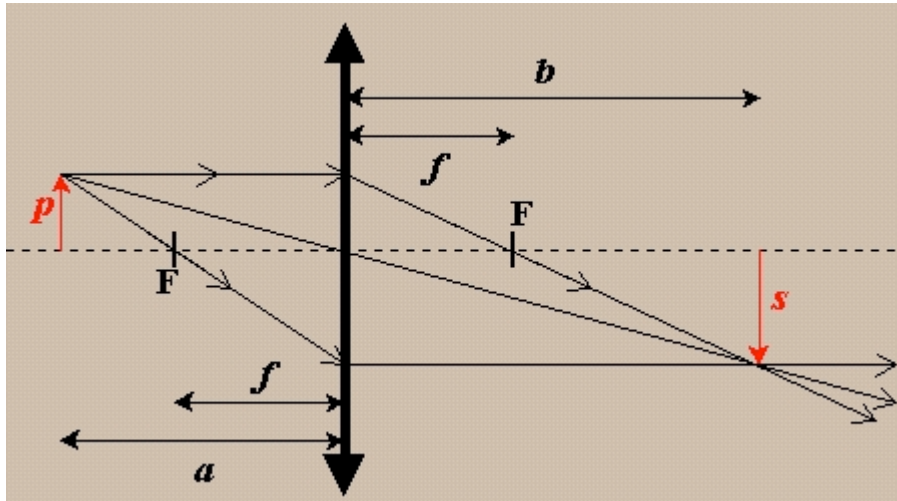
bikonkavna plankonkavna konveksnokonkavna

ZBIRALNA (BIKONVEKSNA) LEČA

Za leče veljajo iste enačbe, kot pri zrcalih. Zbiralna leča ima + gorišče in zbere žarke v gorišču.

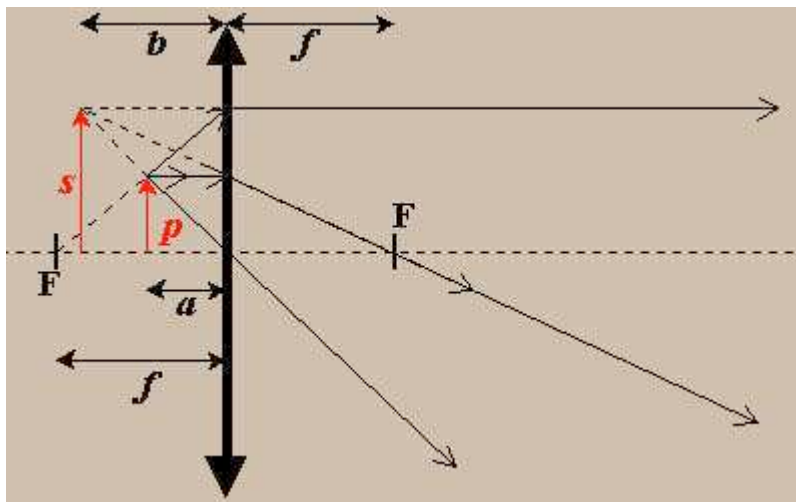
Pri zbiralni leči ločimo dva primera slikanja predmeta:

$$f < a < \infty$$



Slika ki nastane je narobe obrnjena in realna. V primeru $f < a < 2f$, je slika povečana, ko pa je $\infty > a > 2f$ je slika pomanjšana. Velja $a > 0$, $b > 0$ in $f > 0$.

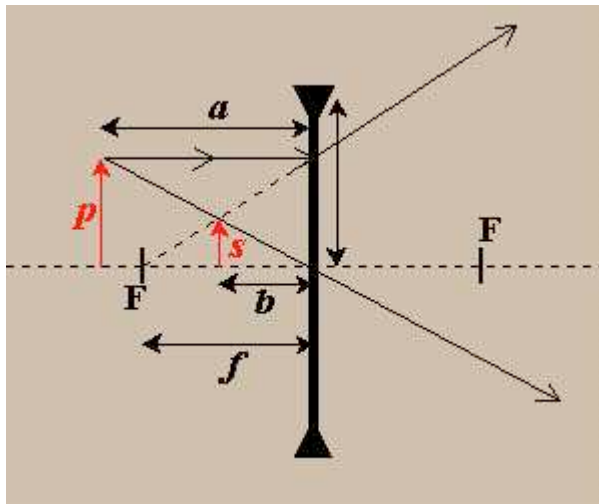
$$0 < a < f$$



Slika je pokončna, navidezna in pomanjšana. Velja $f > 0$, $a > 0$ in $b < 0$.

RAZPRŠILNA (BIKONKAVNA) LEČA

Razpršilna leča ima negativno gorišče in žarke razprši.



Slika, ki nastane pri slikanju čez razpršilno lečo, je pokončna, navidezna in pomanjšana. Velja $a > 0$, $b < 0$ in $f < 0$.

Zgoraj predelani optični elementi se uporabljajo v optičnih napravah kot so: oko, lupa, projektor, mikroskop, daljnogled, teleskop, fotoaparat... Teh naprav ne bomo posebej predstavljali.