

UČNI LIST: GEOMETRIJSKA OPTIKA - ZRCALA
strani 105, 106, 107 in 108 v Učnih gradivih za fiziko

a) Preslikovanje z odbojem:

Poznate iz OŠ. Oglejte si to na povezavi: <https://eucbeniki.sio.si/fizika8/142/index1.html>

Kako nastane slika z odbojem svetlobe na zrcalu ali vodni gladini?

Predmet vidimo, ko vpade svetloba od njega v naše oči. Po navadi je to direktno (neposredno), lahko pa vpade tudi indirektno (posredno) – prek zrcala. Zdi se nam, da slika predmeta nastane za zrcalom. Oči oziroma možgani vedo, da se svetlobni žarki razširjajo premo. V resnici se na ogledalu odbijejo, zato mislimo, da je zrcaljeno telo za ogledalom.



Le od mirne gladine se svetlobni žarki z dreves vzporedno odbijejo v naše oči, zato vidimo ostro sliko okolice jezera. Če je gladina valovita, se ti žarki od vsakega vala odbijejo v drugo smer, zato ne moremo videti jasne slike okolice.

Ravno zrcalo:

 Oglejte si to na povezavah in odgovorite na vprašnji:

<https://www.youtube.com/watch?v=1t4dOPxKgrY>

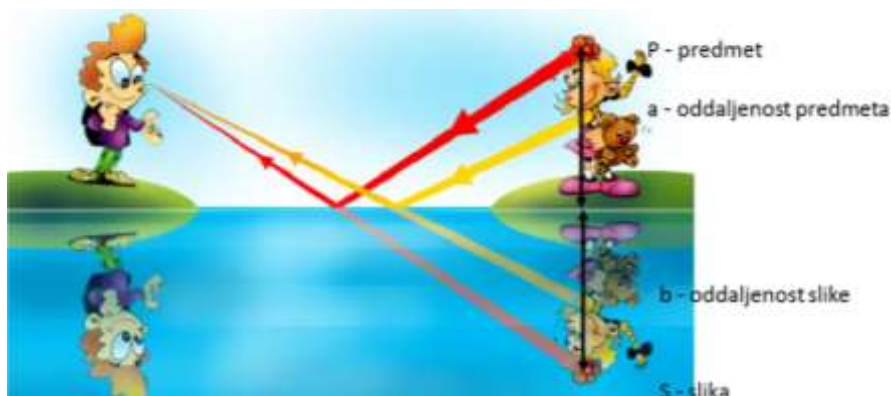
https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_zrcadla&l=si

1. Kakšno sliko da ravno zrcalo?

- Slika ima enake dimenzije kot predmet;
- razdalja med zrcalom in predmetom je enaka razdalji med sliko in zrcalom;
- slika predmeta je zrcalna (L in D stran sta zamenjani);
- slika, ki nastane, je navidezna, saj se nam zdi, da nastane v zrcalu.



2. Kje ga lahko uporabimo?



Zrcala uporabljamo v vsakodnevni rutini in jih imamo na omarah ali v kopalnici, ko se urejamo.

Za ravno zrcalo velja $a = b$ (oddaljenost predmeta je enaka oddaljenosti slike); $S = P$ (navidezna slika, enako velika kot opazovan predmet, vendar je zamenjana leva in desna stran; prav tako velja enakost

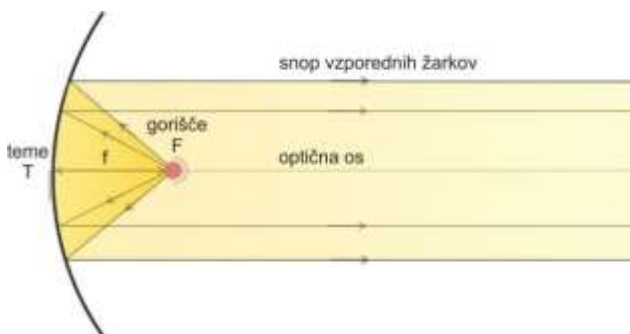
$$M = \frac{s}{p} = \frac{b}{a} = 1$$

Konkavno oz. zbiralno oz. vbočeno zrcalo:

Oglejte si, kakšne slike nam da konkavno zrcalo:

<https://www.youtube.com/watch?v=7zv-4Zh-9R4>

Snop svetlobe, ki vpada v konkavno zrcalo, se po odboju zbira in združi v eno točko, imenovano gorišče. Lahko je tudi obratno - točkasto svetilo, ki ga postavimo v žarišče, da po odboju snop vzporednih žarkov (primer - avtomobilski reflektor).

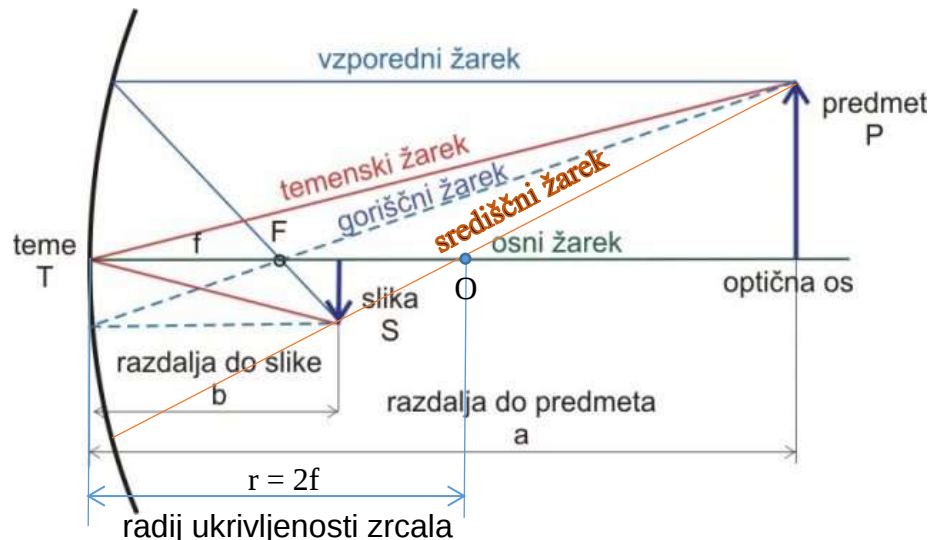


Oglejte si na spodnjih povezavah, kako se odbijajo žarki na vbočenem (konkavnem) zbiralnem zrcalu:
<http://www.nauk.si/materials/381>

Osnovni pojmi pri obravnavi zrcal:

1. **Teme (T)** je točka zrcala v kateri se žarek odbije sam vase (samo spremeni smer za 180°). V njej optična os seka zrcalo.
2. **Optična os** je premica, ki gre skozi teme zrcala in je pravokotna na površino zrcala v točki T.
3. **Gorišče** zrcala **F** je točka, kjer se po odboju sekajo žarki, ki so pred odbojem vzporedni z optično osjo.
4. Razdalja gorišča od temena zrcala se imenuje **goriščna razdalja f** .
5. Točka **O** je **središče** ukrivljenosti zrcala, ki je na razdalji $r = 2f$ od temena.

Pogosto uporabljamo konkavno zrcalo za preslikave predmeta. Predmet velikosti **P** postavimo na neko razdaljo **a** pred zrcalo. Na razdalji **b** od zrcala dobimo sliko velikosti **S**. Slika je lahko pomanjšana, enako velika ali povečana glede na predmet. Lahko je **pokončna** ali **obrnjena**. Če ustvarjajo sliko realni žarki, je slika **realna**, če pa se sekajo navidezni žarki, je slika **navidezna**.



Če pogledamo sliko, je slika **S** predmeta **P** realna (sekajo se realni žarki), pomanjšana in obrnjena.

Poimenovanje žarkov v zrcalu:

- **Osni žarek** vpada v smeri optične osi in po odboju ne spremeni smeri, torej potuje nazaj po optični osi. Pri preslikavah vznožje predmeta **P** in slike **S** položimo na os in ga zrcalimo kot osni žarek.
- **Temenski žarek** je žarek, ki vpada na teme zrcala pod določenim kotom in se odbije od temena pod enakim kotom v nasprotno smer.
- **Vzporedni žarek**, ki je vzporeden z optično osjo, gre po odboju skozi gorišče.
- **Goriščni žarek**, gre skozi gorišče pred odbojem in je po odboju vzporeden z optično osjo.
- **Središčni žarek**, gre skozi središče pred odbojem in se odbije sam vase.

Oglejte si na spodnjih povezavah, kako se odbijajo žarki na vbočenem (konkavnem) zbiralnem zrcalu:

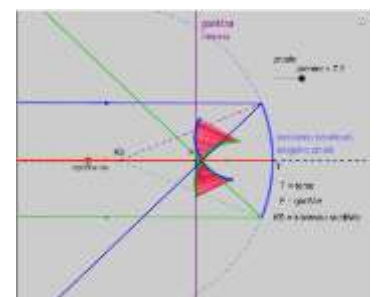
<http://www.geogebra.si/geometrijska-optika/kavstika-na-vbocenem-zrcalu/>
<https://www.geogebra.org/m/wJbXEN35>

Če želimo **ostro gorišče**, krogelno ukrivljenost zrcala popravimo na parabolično:

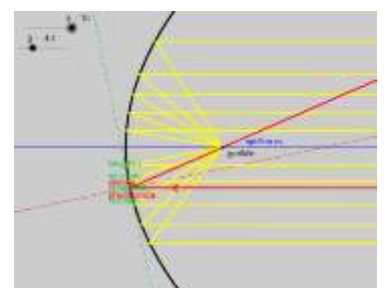
<http://www.geogebra.si/geometrijska-optika/parabolicno-zrcalo/>

Kot pri vsakem odboju žarkov velja tudi pri odboju od paraboličnega zrcala splošni odbojni zakon, ki pove, da je vpadni kot vpadnega žarka enak odbojnemu kotu odbitega žarka. Zanimiva značilnost zrcal, izdelanih v **obliki rotacijskega paraboloida**, je ta, da se vsi svetlobni žarki, ki na zrcalo vpadajo vzporedno s simetrijsko osjo zrcala, po odboju na zrcalu sekajo v isti točki. To točko imenujemo gorišče. Zaradi te svoje lastnosti so parabolična zrcala široko uporabna. **Parabolična zrcala nimajo napake**, ki jo pri krogelnih zrcalih imenujemo **napaka pasov**, in je povezana z razmazanostjo gorišča.

KROGELNO ZRCALO



ZRCALO V OBIKI ROTACIJSKEGA PARABOLOIDA

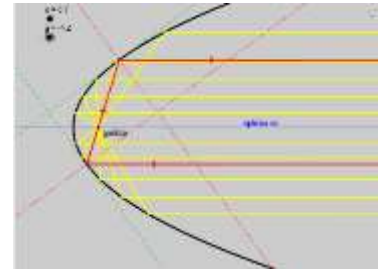


GEOMETRIJSKA OPTIKA IN ZRCALA – vprašanja (pripravili Nuša Petrič in Eva Pajič Ambrožič)

Pregledala, popravila in dopolnila Angela Petek

Na dinamičnem prikazu je **rdeče narisani žarek**, ki vpada na zrcalo vzporedno z optično osjo zrcala. Po prvem odboju žarka na zrcalu gre odbiti žarek skozi gorišče zrcala in se zatem od zrcala odbije še enkrat. Po drugem odboju žarka na zrcalu je smer potovanja žarka točno nasprotna smeri vpadnega žarka.

Rumene črte predstavljajo žarke v praktičnih primerih, ko žarki prihajajo in se zbirajo v gorišču (kot pri sončni elektrarni in antenah), ali obratno, ko izvirajo v gorišču parabolčnega zrcala in jih zrcalo po odboju usmeri vzdolž optične osi zrcala (kot pri žarometih)



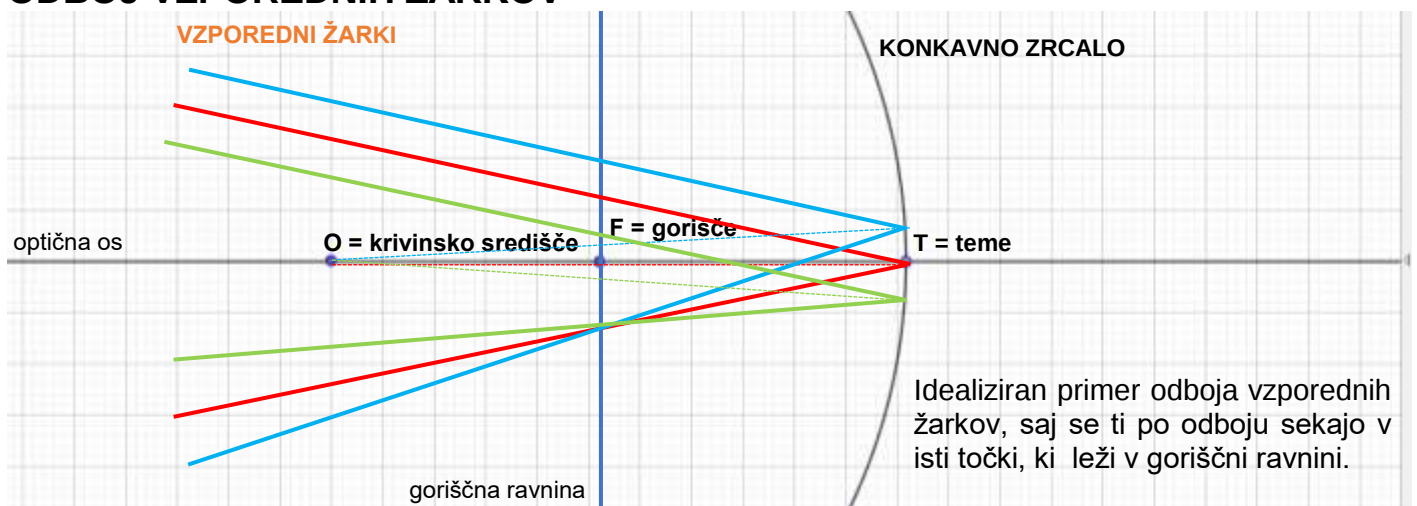
Video vam pokaže, da v gorišču zrcala lahko zagori papir in še ostale značilnosti zbiralnega zrcala:

https://www.youtube.com/watch?v=eY_VoB5VaGw

Nekatere sončne elektrarne delujejo tako, da so po velikem polju, ki je v obliki rotacijskega paraboloida, nameščena zrcala. Sončni žarki se od zrcal odbijajo proti gorišču, kjer je rezervoar z vodo. Podobno delujejo satelitske antene. Antena parabolčne oblike prestreže elektromagnetne valove in jih po odboju usmerja proti svojemu gorišču, kjer je sprejemnik. Parabolčna zrcala delujejo tudi v 'obratni smeri'. Pri avtomobilskih žarometih je svetilo (žarnica) postavljena v gorišče parabolčnega zrcala. Od žarnice gredo žarki v vse smeri. Žarki, ki gredo od žarnice proti zrcalu, se od njega odbijejo tako, da so po odboju vsi vzporedni optični osi zrcala in dobro osvetlijo območje v bližini optične osi zrcala.

Po ogledu zgornjih predstavitev spodaj narišite:

ODBOJ VZPOREDNIH ŽARKOV

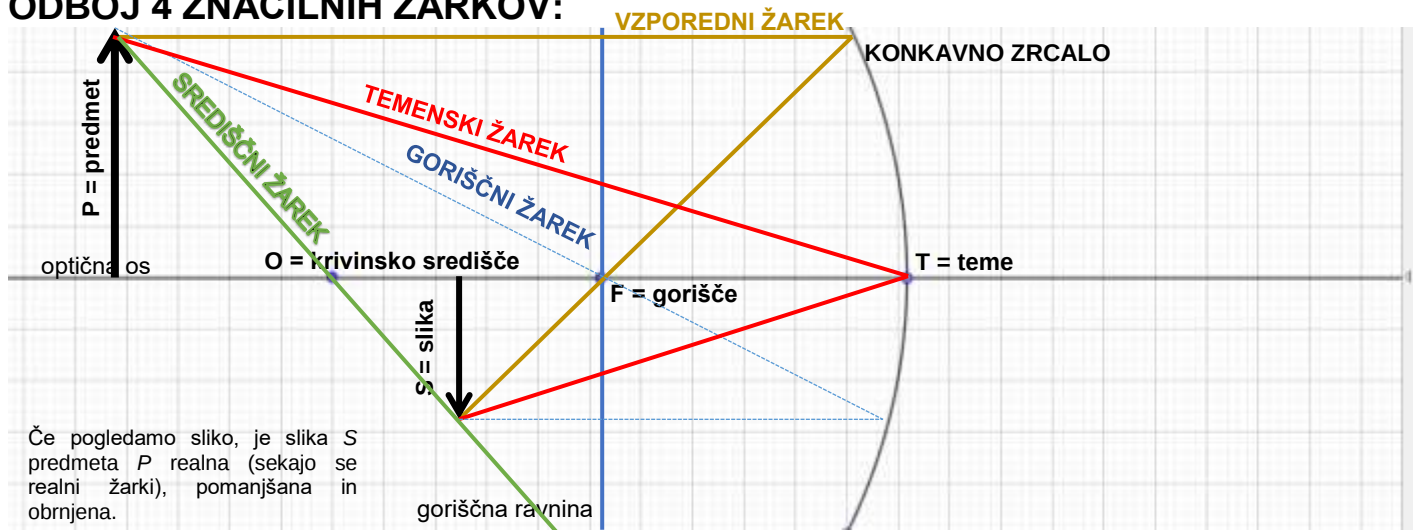


Vsak žarek, ki vpada na zrcalo, se na njem odbije po odbojnem zakonu. Snop med seboj vzporednih žarkov (zelen, rdeč in moder žarek) se samo v idealizirani obravnavi krogelnega zrcala po odboju na zrcalu seka v isti točki (ki v idealizirani obravnavi leži v goriščni ravnini). Če je snop ozek, ležijo presečišča na krivulji, ki ji rečemo KAVSTIKA. Tem ožji je snop, tem bolj natančno sled ponazarja kavstiko.

Naslednja simulacija vam kaže odboj 4 značilnih žarkov (vzporednega, temenskega, goriščnega in središčnega):

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_dute&l=si

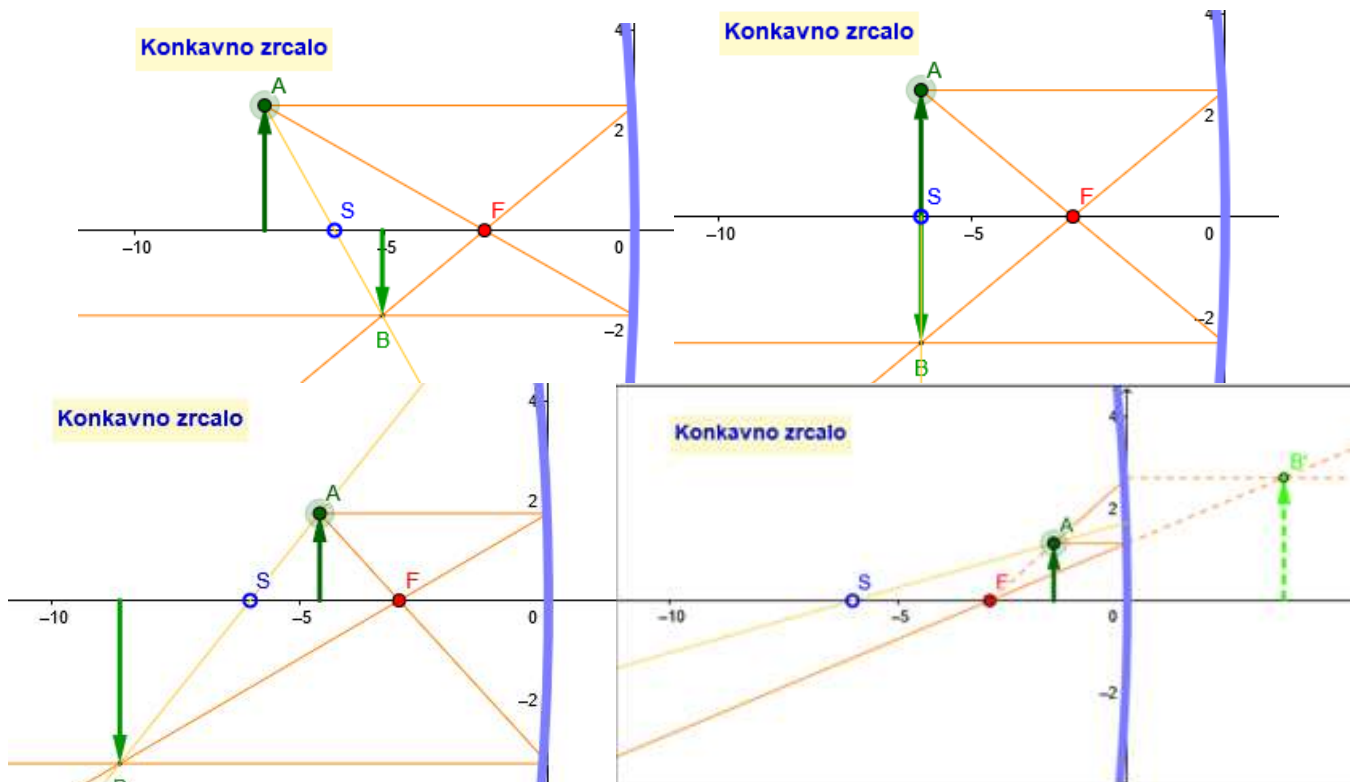
ODBOJ 4 ZNAČILNIH ŽARKOV:



S pomočjo simulacije (premikate točko A, ki je predmet) in ugotovite, kakšne slike lahko dobimo z zbiralnim zrcalom in jih vrišite v spodnjo sliko:

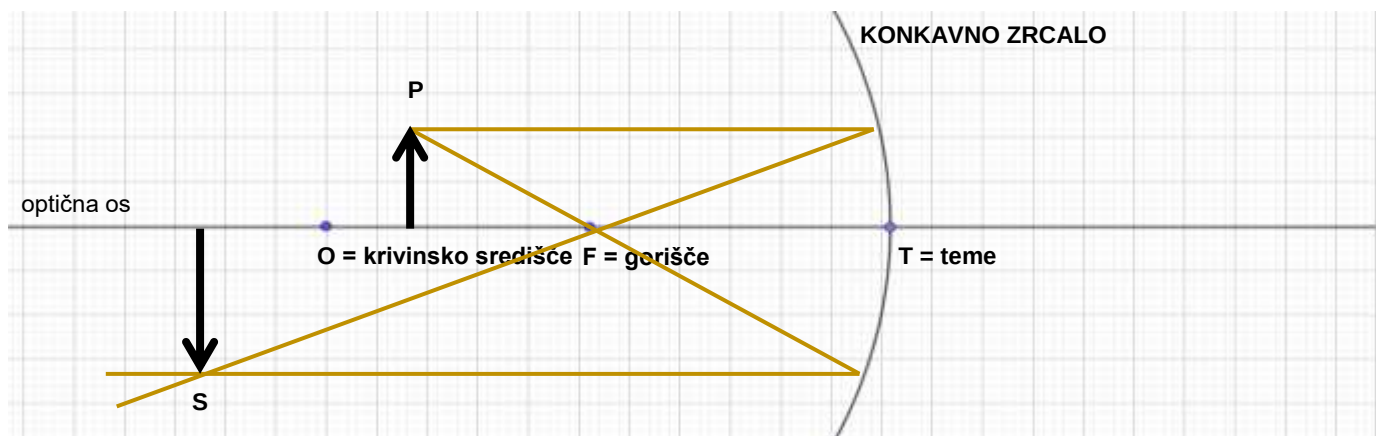
<https://www.geogebra.org/m/XtyrVRsZ>

<https://www.youtube.com/watch?v=B50S8JcBMk>



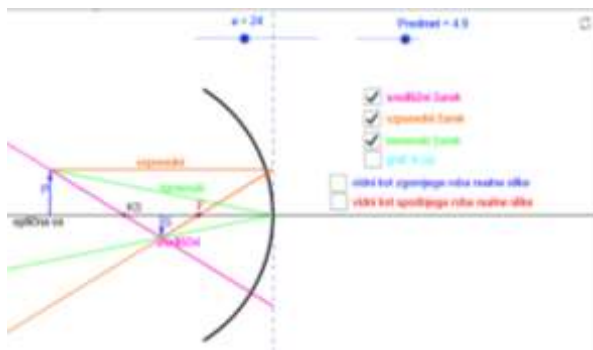
Če stojimo za krivinskim središčem, vidimo sliko pomanjšano in obrnjeno na glavo. Če smo postavljeni v krivinskem središču, so dimenzije slike enake realnim, vendar je slika obrnjena na glavo. Če stojimo pred krivinskim središčem, vidimo sliko povečano in obrnjeno na glavo. Vse slike so realne. Če stojimo med goriščem in temenom, vidimo sliko povečano in pokončno sliko, ki pa je navidezna.

PRESLIKAVA PREDMETA V SLIKO Z ODBOJEM DVEH ZNAČILNIH ŽARKOV



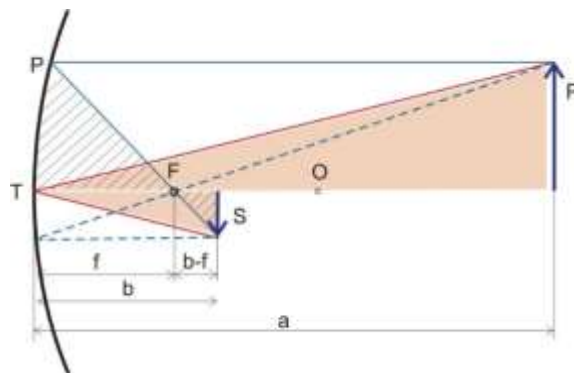
Preverite pravilnost svojih slik še s spodnjo simulacijo (spreminjaj gorišče, a in predmet in odključaj tri značilne žarke, četrti goriščni manjka-potuje skozi gorišče in se vzporedno odbije).

<http://www.geogebra.si/geometrijska-optika/slika-pri-vbocenem-zrcalu/>



Enačbe za konkavno zrcalo: Enačbi zrcala povezujeta velikost slike in predmeta, njuni oddaljenosti od zrcala in goriščno razdaljo. Enačbi konkavnega zrcala (ki pa veljata tudi za konveksno zrcalo in leče) dobimo z opazovanjem podobnih trikotnikov:

$$\text{Enačbe: } f = \frac{r}{2} \quad \frac{1}{a} \pm \frac{1}{b} = \pm \frac{1}{f} \quad M = \frac{S}{P} = \frac{b}{a}$$



Kakšne slike da konkavno zrcalo? Odvisno je od tega ali je opazovan predmet pred ali za oz. na točki krivinskega središča. Če stojimo za krivinskim središčem vidimo sliko pomanjšano in obrnjeno na glavo. Če smo postavljeni v krivinskem središču so dimenzije slike enake realnim, vendar je slika obrnjena na glavo. Če stojimo pred krivinskim središčem vidimo sliko povečano in obrnjeno na glavo.



Kje ga lahko uporabimo?

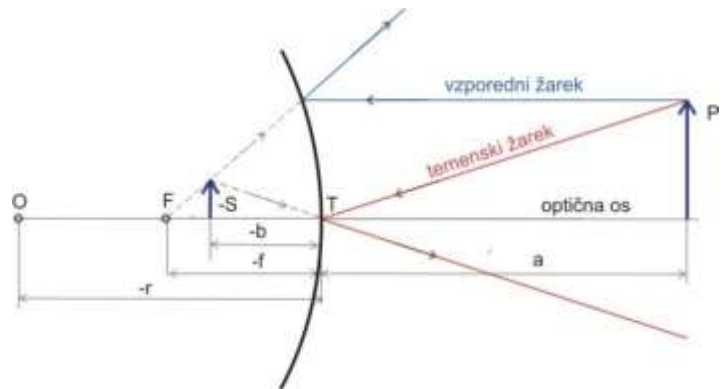
Sliko povečajo, zato jih uporabljamo pri ličenju. Nekatere sončne elektrarne delujejo tako, da so po velikem polju, ki je v obliki rotacijskega paraboloida, nameščena zrcala. Sončni žarki se od zrcal odbijajo proti gorišču, kjer je rezervoar z vodo. Podobno delujejo satelitske antene. Antena parabolične oblike prestreže elektromagnetne valove in jih po odboju usmerja proti svojemu gorišču, kjer je sprejemnik. Parabolična zrcala delujejo tudi v 'obratni smeri'. Pri avtomobilskih žarometih je svetilo (žarnica) postavljena v gorišče paraboličnega zrcala. Od žarnice gredo žarki v vse smeri. Žarki, ki gredo od žarnice proti zrcalu, se od njega odbijejo tako, da so po odboju vsi vzporedni optični osi zrcala in dobro osvetlijo območje v bližini optične osi zrcala.

Konveksno oz. izbočeno oz. razpršilno zrcalo:

Oglejte si, kakšne slike nam da konveksno (izbočeno, razpršilno) zrcalo.

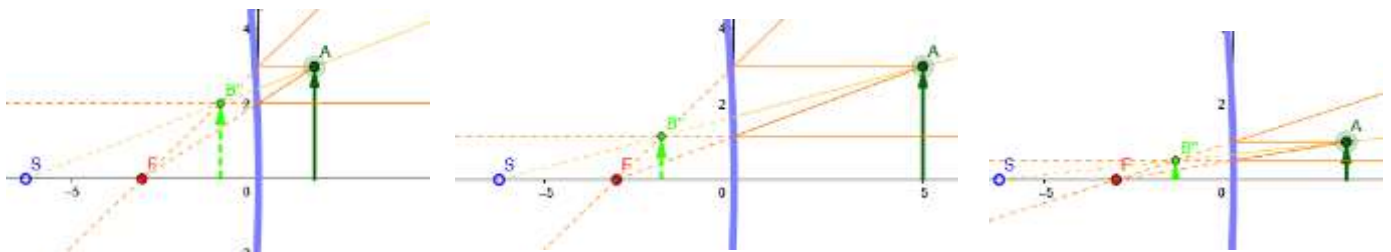
<https://www.youtube.com/watch?v=qxIT19losBE>

Konveksno zrcalo sestavlja izbočena krogelna kapica ali parabola. Pri konveksnem ali razpršilnem zrcalu se žarki, ki padajo nanj po odboju razpršijo. Na strani predmeta se ne bodo nikoli sekali. Sekajo pa se navidezni žarki, ki jih prikažemo kot podaljšek realnih odbitih žarkov - slika. Označimo jih s prekinjeno črto. Slika je zato **navidezna**. Iz slike tudi razberemo, da je slika predmeta **pokončna** in **pomanjšana**.



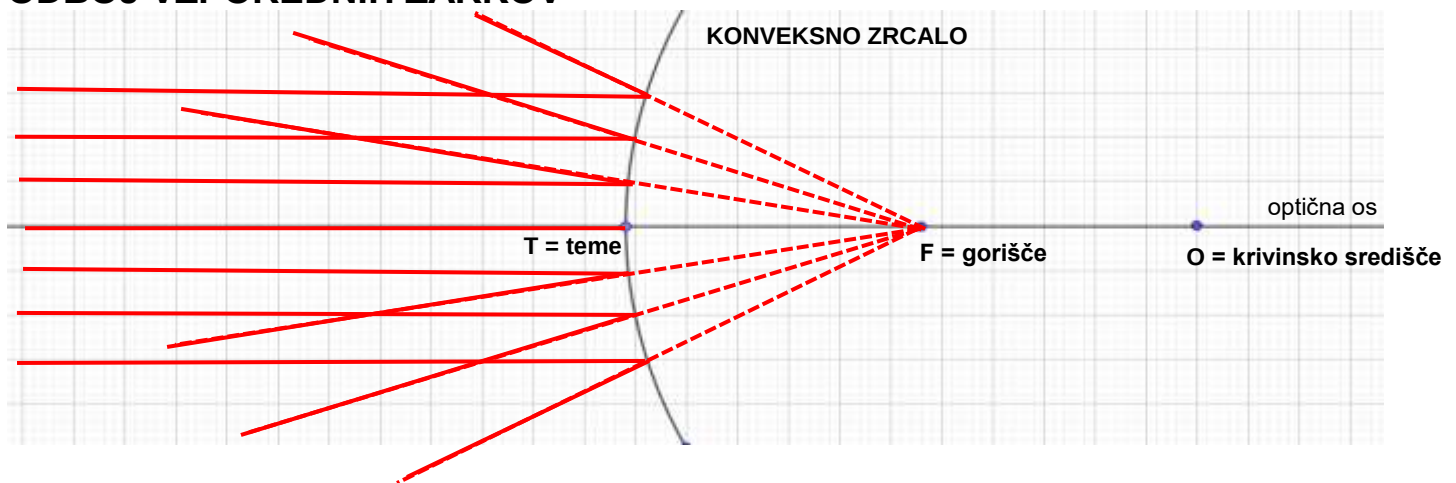
S pomočjo simulacije (premakni točko A, ki je predmet, na desno stran, da se konkavno zrcalo spremeni v konveksnega) in ugotovite, kakšne slike lahko dobimo z razpršilnim zrcalom in jih vpišite v spodnjo sliko:

<https://www.geogebra.org/m/XtyrVRsZ>



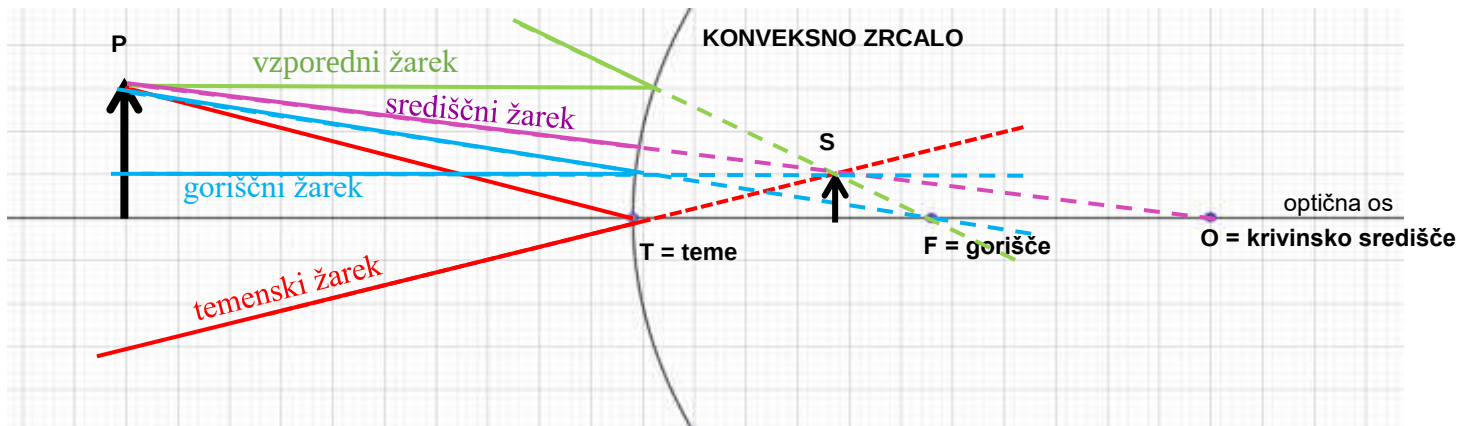
Če enako visok objekt oddaljujemo od konveksnega zrcala slika postaja manjša. Če objekt približujemo, je slika večja. Če objekt zmanjšamo, se zmanjša tudi slika. Če objekt povečujemo, se tudi slika poveča.

ODBOJ VZPOREDNIH ŽARKOV

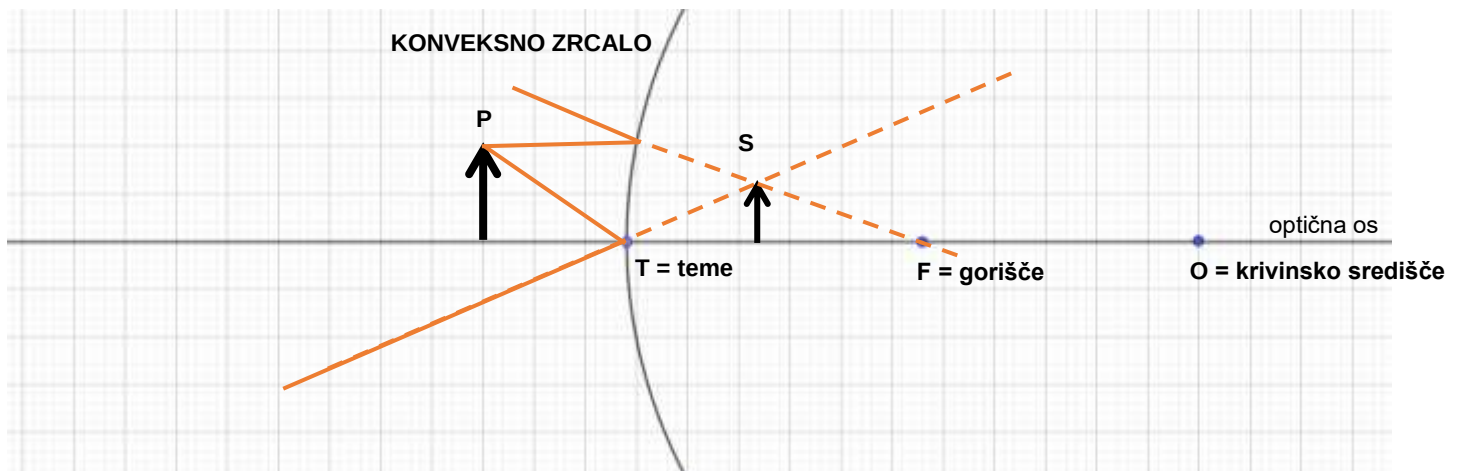


ODBOJ 4 ZNAČILNIH ŽARKOV

Naslednja simulacija vam kaže odboj 4 značilnih žarkov (vzporednega, temenskega, goriščnega in središčnega): https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_vypukle&l=si



PRESLIKAVA PREDMETA V SLIKO Z ODBOJEM DVEH ZNAČILNIH ŽARKOV



Enačbe za konveksno zrcalo:

Veljata še vedno enačbe zrcala, ki smo jih izpeljali pri konkavnem zrcalu, že v podatkih pa moramo upoštevati, da je goriščna razdalja f negativna. Negativen bo tudi radij zrcala r .

$$\text{Enačbe: } f = \frac{r}{2} \quad \frac{1}{a} \pm \frac{1}{b} = \pm \frac{1}{f} \quad M = \frac{S}{P} = \frac{b}{a}$$

Kakšno sliko da konveksno zrcalo?

Slika konveksnega zrcala je vedno **navidezna**, saj se realni žarki na strani predmeta razpršijo. Slika je pokončna, goriščna razdalja in razdalja slike od zrcala pa sta negativni. Absolutna vrednost oddaljenosti slike od zrcala b je vedno manjša od oddaljenosti predmeta a . Navidezna slika gre proti gorišču, če gre razdalja predmeta proti neskončnosti.

Kje ga lahko uporabimo?

Zrcala v prometu, trgovinah, skladiščih,...



S pomočjo povezav utrdite znanje o zrcalih.

<http://www.e-um.si/> (Meni-Gimnazija-Medpredmetno-Fizika)

https://si.openprof.com/wb/opti%C4%8Dna_preslikava_-_zrcala?ch=204

http://www.pef.uni-lj.si/mojcac/Fizika2_10.pdf

<http://www2.nauk.si/materials/758/out-589219/index.html#state=1>