

Vrček in kozarec z vodo



NADA RAZPET

→ V steklen vrčec in kozarec smo natočili vodo, ju postavili na poličko balkonske ograje in z njima opazovali okolico. Ker imata posebno obliko, vidimo isto skupino hiš večkrat, kot kažeta fotografiji (slika 1 in slika 2), ki sta bili posneta pred prihajajočo nevihto.



SLIKA 1.

Pogled skozi steklen vrčec z vodo. Vidimo dva pasova hiš. Spodnji je na glavo obrnjeni zgornji, oba pa imata med seboj zamenjani levo in desno stran.

Spodnji del vrčka in srednji del kozarca sta izbočena. Ustje vrčka in spodnji ter zgornji del kozarca pa imata posebno obliko. Preseki z ravninami, vzporednimi z osnovno ploskvijo, so krogi. Preseki z ravninami, ki so pravokotni na osnovno ploskev, pa so približno hiperbole. Geometrijsko telo, ki ima tako obliko, je enodelni rotacijski hiperboloid. Zato bomo te dele vrčka in kozarca imenovali hiperboloidni deli. Na prvi pogled rečemo: aha, izbočeni deli vrčka in kozarca delujejo kot zbiralna, hiperboloidni pa kot



SLIKA 2.

Pogled skozi steklen kozarec z vodo. Vidimo tri pasove hiš, kjer so na spodnjem in zgornjem pasu hiše pokonci, v srednjem pa obrnjene na glavo. Pri vseh treh pasovih hiš pa sta med seboj zamenjani leva in desna stran.

razpršilna leča. Pa je res tako? Kaj vidimo skozi krogelno zbiralno in kaj skozi krogelno razpršilno lečo, kažeta fotografiji na sliki 3.

Po lomu skozi krogelno zbiralno lečo se žarki iz točke P oddaljenega predmeta sekajo v točki P' . Točka P' je prava slika točke P . Prave slike oddaljenih predmetov so na drugi strani leče, kot je predmet, obrnjene so na glavo, leva in desna stran sta med seboj zamenjani. Lahko jih ujamemo na zaslon. Krogelna razpršilna leča pa svetlobo, ki prihaja skozi lečo, razprši, sekajo se podaljški žarkov. Slika nastane na isti strani, kot je predmet, in sicer med predmetom in lečo. Slika je navidezna, pokončna, leva in desna stran pa med seboj nista zamenjani.

Primerjajmo, kaj vidimo skozi krogelni leči in kaj skozi vrčec in kozarec z vodo. Najprej pogledjmo skozi vrčec. Če bi bil trebušasti del vrčka povsod enako ukrivljen, bi za svetlobo deloval kot debela zbiralna leča. In res, skozenj vidimo okolico postavljeno na glavo, leva in desna stran pa sta med seboj zamenjani, kot to pričakujemo pri zbiralni leči. Nekoliko preseneti dobra ostrina slike 1, a ker sta

**SLIKA 3.**

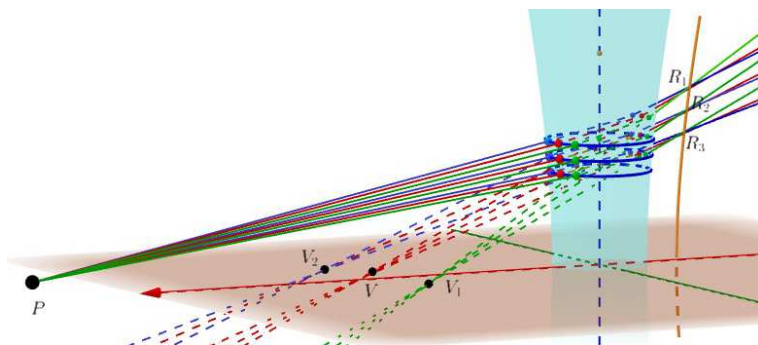
Levo: Pogled skozi krogelno razpršilno lečo. Hiše stojijo pokonci, leva hiša je na levi strani, desna pa na desni strani. Desno: Pogled skozi krogelno zbiralno lečo. Hiše stojijo na glavi, leva in desna sta med seboj zamenjani.

krivinska radija vrčka na trebušastem predelu v vodoravni in navpični smeri, to sta $R_v = 6$ cm, $R_n = 6,3$ cm, skoraj enaka, trebušasti del vrčka res deluje kot debela zbiralna leča. Povsem drugače pa je na grlu vrčka in na spodnjem in zgornjem delu kozarca. To so hiperboloidni deli. Tu je navpična ukrivljenost negativna, vodoravna pa pozitivna, zato imamo zanimivo lečo, ki je za žarke v vodoravni ravnini zbiralna, v navpični pa razpršilna. Takih leč ni mogoče kupiti, saj so neuporabne. V teh delih vrčka in kozarca se pojavljajo pasovi hiš, kjer sta med seboj zamenjani leva in desna stran, hiše pa ne stojijo več na glavi, ampak so pokončne. Torej vidimo kom-

binacijo prave in navidezne slike (glej sliko 4). Prava nastane med vrčkom/kozarcem in opazovalcem, navidezna pa na drugi strani vrčka/kozarca. Če je opazovalec daleč od vrčka/kozarca, če je torej njegova razdalja do posod veliko večja, kot je njihov krivinski radij R , še vedno kar dobro vidimo kombinirano sliko, čeprav ne več tako ostro kot prej. Narišimo potek žarkov skozi hiperboloidne dele kozarca/vrčka. Za skico potrebujemo enačbo hiperboloida:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1.$$

Parametra a in c sta izbrana tako, da ustrezata

**SLIKA 4.**

Shema žarkov za hiperboloidne dele vrča in kozarca. Žarki, katerih vstopne točke ležijo na modrih krožnicah, ki so pravokotne na os z , se sekajo za lečo. Žarki, ki vstopajo na različnih višinah, se sekajo v različnih točkah R_1, R_2, R_3 , ki ležijo na rumeni črti. Dobimo prave slike točke P . Podaljški žarkov, katerih vstopne točke ležijo na ravninah, ki so vzporedna z navpično osjo z , pa se zgoščajo okoli točk V_1, V_2 in V . To so navidezne slike točke P .

