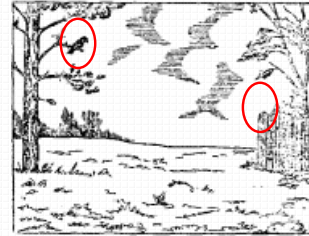


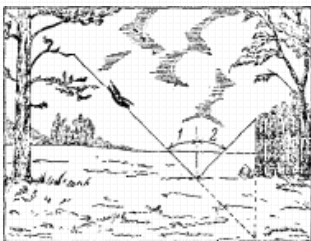
## Одбијање светлости

### Један “орнитолошки” проблем

Орнитологија – део зоологије који се бави проучавањем птица, наука о птицама.



На грани дрвета седи врана. Доле, на тлу су расута зрна. Врана слеће са гране, узима зрно и одлети на ограду. Шта мислите, који пут ће врана изабрати? Зашто?  
Проблем решавати у равни.



Посматрајући понашање птица природњаци су запазили да врана никад неће слетети по зрно испод дрвета, већ лети тако да угао 1 буде једнак углу 2 јер је то најкраће растојање између обележених тачака.

Нацртајте неколико различитих путања, измерите путеве и уверите се да је овај пут заиста најкраћи. Сигурно се питате какве ово има везе са одбијањем светлости.

Има, зато што се код одбијања светлост понаша исто као врана из нашег примера.

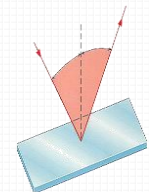
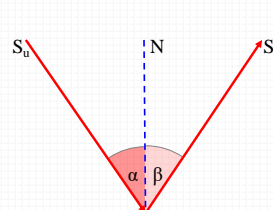
### Закон одбијања светлости

Закон одбијања светлости гласи:

Упадни угао једнак је одбојном углу.

$$\alpha = \beta$$

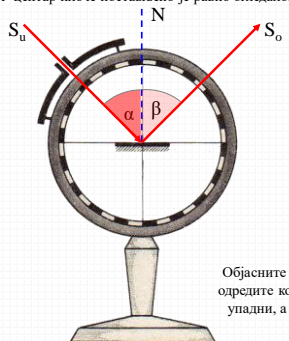
Упадни зрак ( $S_u$ ), нормала ( $N$ ) и одбијени зрак ( $S_o$ ) леже у истој равни.



Угао између упадног зрака ( $S_u$ ) и нормале ( $N$ ) назива се упадни угао ( $\alpha$ ), а угао између одбијеног зрака и нормале ( $S_o$ ) назива се одбојни угао ( $\beta$ ).

## Оптичка плоча

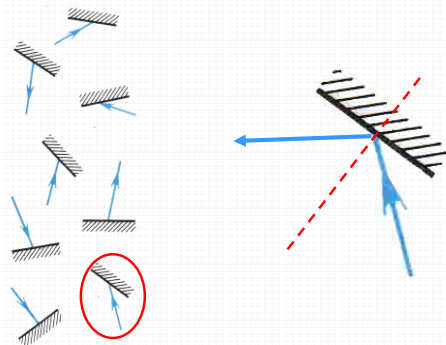
Закон одбијања светлости се најбоље проучава на оптичкој плочи.  
То је кружна плоча на чијем је ободу подела у степенима.  
У центар плоче постављено је равно огледало.



Објасните како ова плоча ради и одредите колики је у овом случају упадни, а колики одбојни угао.

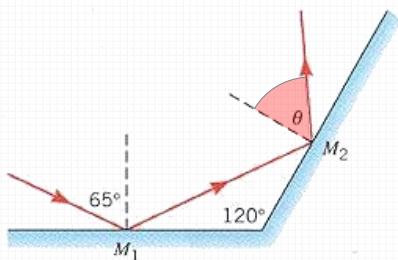
## 1. вежба

Нацртајте за сваки од примера положај упадног или одбијеног зрака.



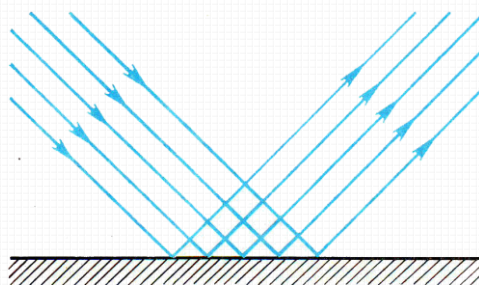
## 2. вежба

Одредити угао  $\theta$ .

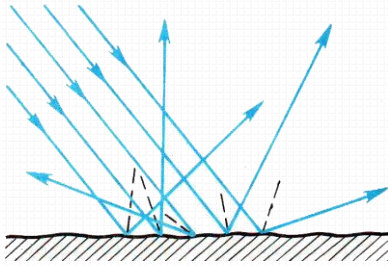


## Дифузно одбијање светлости

Паралелни зраци који падну на равну површину после одбијања остају паралелни.



Паралелни зраци који паду на неравну површину после одбијања се расипају на све стране. Светлост одбијена од неравних површина назива се **дифузна светлост**.



Тела осветљена дифузном светлошћу не стварају сенку. Оваква светлост је добра за читање, писање и осветљење просторија. Зашто се сијалице у лустерима okreћу ка таваници? Зашто се око сијалица ставља абажур?

Да ли вам је сад јасно зашто се код закона одбијања светлости упадни и одбојни угао рачунају у односу на нормалу, а не на рефлектујућу површину?

## Равна огледала

Свака углачана равна површина која одбија највећи део упадних зракова назива се равно огледало.

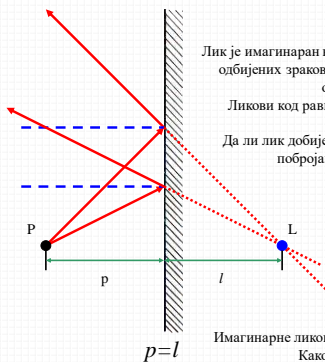


Из свакодневног живота знамо да је лик код равних огледала усправан, исте величине као и предмет и на истом растојању од огледала као и предмет.

И још нешто. Лик се, очигледно, формира са друге стране огледала где светлост која долази са предмета не може да стигне. Такви ликови се називају привидни или нестварни, а ми ћемо их надале звати **имагинарним**.

Ово је леп пример како функционише теорија у физици. Полazeћи од закона одбијања светлости конструисаћемо лик предмета код равног огледала. Ако је теорија добра добијени лик треба да има све наведене особине.

## Конструкција лика код равних огледала



Лик је имагинаран када се добија у пресеку продужетака одбијених зракова, а реалан ако се добија у пресеку одбијених зракова.

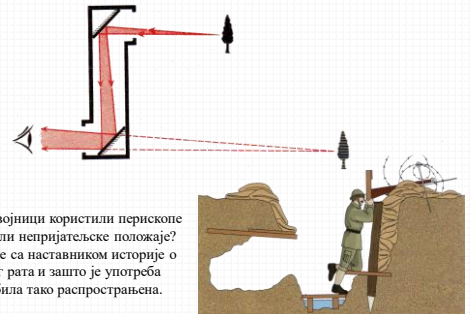
Ликови код равних огледала су увек имагинарни.

Да ли лик добијен конструкцијом има све особине побројане на претходном слајду?

Имагинарне ликове не можемо пројектовати на платно!  
Како их онда, ипак, видимо?

## Перископ са огледалима

Перископ се састоји од цеви на чијим крајевима се налазе два равна огледала, косо постављена под углом од  $45^\circ$ . Пронађите те углове. Објасните принцип рада перископа. Колико пута се зрак одбија док не дође до ока посматрача?



У ком рату су војници користили перископе да би осматрали непријатељске положаје? Поразговарајте са наставником историје о природи тог рата и зашто је употреба перископа била тако распрострањена.

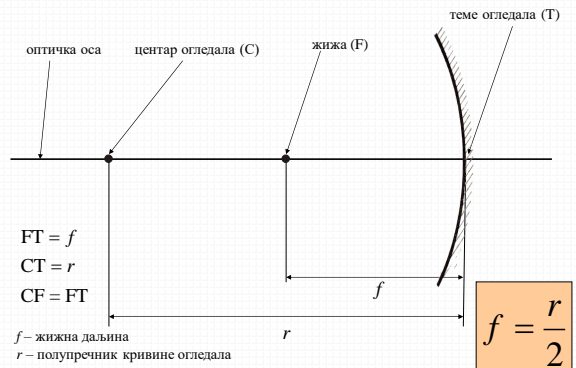
## Сферна огледала

Сферна огледала су делови углачане површине лопте и могу бити: издубљена (конкавна) и испупчена (конвексна)



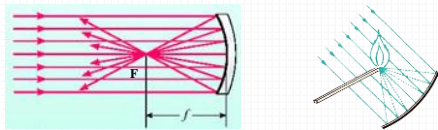
Код издубљених огледала светлост пада на унутрашњи део сферне површи, а код испупчених – на спољашњи део.

## Елементи сферног огледала

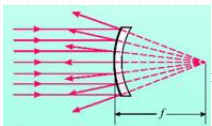


## Жижа

Жижа или фокус огледала F је тачка у којој се секу зраци паралелни оптичкој оси, после одбијања од огледала. Реч фокус је латинског порекла (*focus*) и значи огњиште.

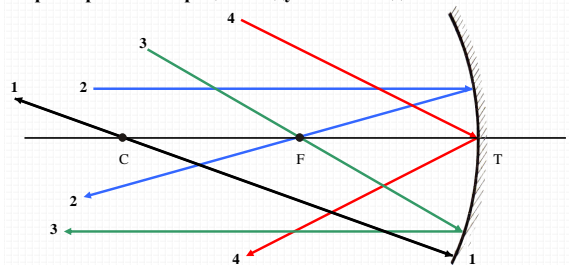


Код издубљених огледала жижа је реална јер се налази у пресеку одбијених зракова.



Код испупчених огледала жижа је имагинарна јер се налази у пресеку продужетака одбијених зракова.

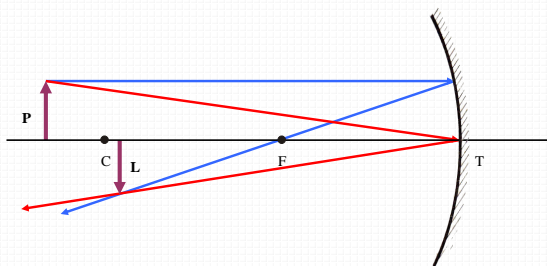
## Карактеристични зраци за издубљена огледала



1. Зрак 1–1 који пролази кроз центар кривине C пада нормално на огледало и одбија се у истом правцу, а у супротном смеру.
2. Зрак 2–2 паралелан је са главном оптичком осом, а одбијени зрак пролази кроз жижу F.
3. Зрак 3–3 пролази кроз жижу, а одбијени зрак је паралелан са главном оптичком осом.
4. Зрак 4–4 пада у теме огледала под извесним углом са оптичком осом, а одбија се под истим углом.

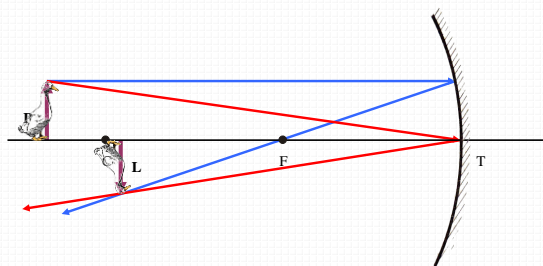
За конструкцију lika довољна су два карактеристична зрака.

а) конструкција лика кад се предмет налази иза центра кривине

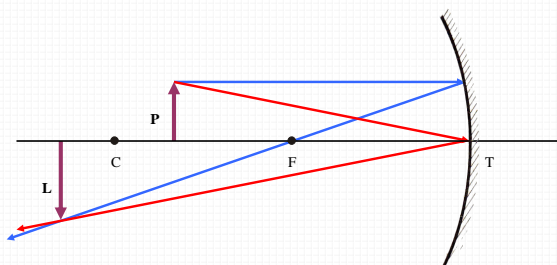


Лик је обрнут, умањен и реалан.

Како замислити лик и предмет?

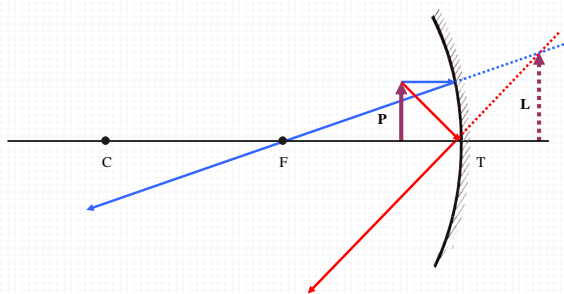


б) предмет се налази између центра кривине и жиже огледала



Лик је обрнут, увећан и реалан.

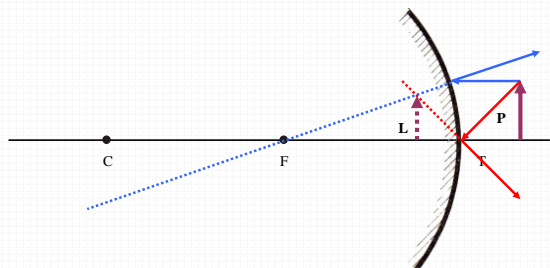
в) предмет се налази између жиже и темена огледала



Лик је усправан, увећан и имагинаран.

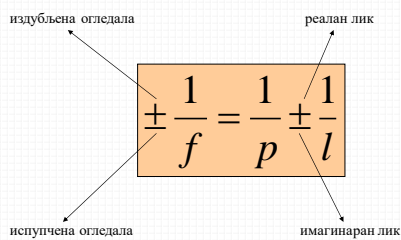
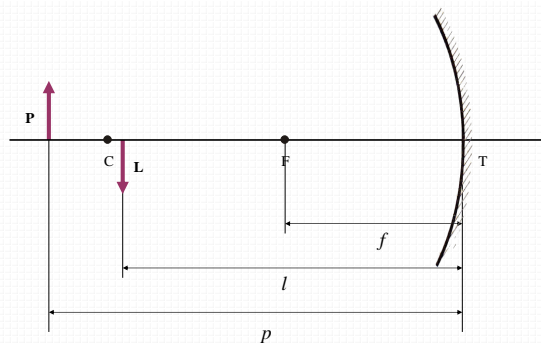
### Лик код испупчених огледала

Код испупчених огледала лик је увек усправан, умањен и имагинаран.



### Једначина сферних огледала

Једначина сферних огледала даје везу између удаљености предмета од огледала ( $p$ ), удаљености лика од огледала ( $l$ ) и жижне даљине ( $f$ ).



Као што смо видели, лик код испупчених огледала је увек имагинаран, тако да за испупчена огледала увек важи:

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

### Линеарно увећање

Линеарно увећање представља однос линеарних димензија (дужина) лика и предмета.

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

Није тешко показати (на основу сличности троуглова код било које од конструкција) да важи и:

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

$$L > P \Rightarrow u > 1$$

$$L < P \Rightarrow u < 1$$