

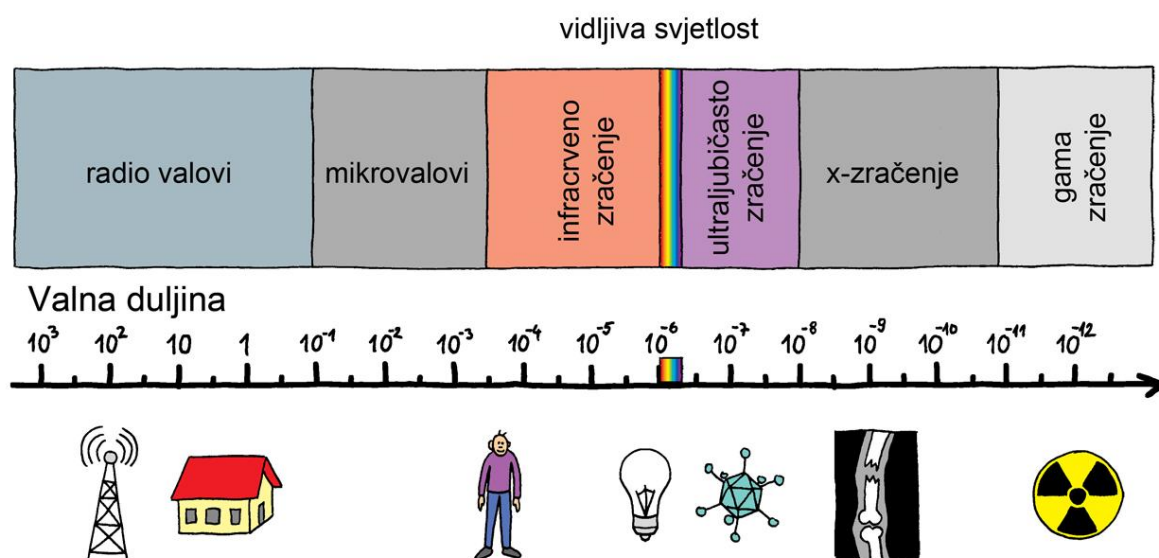
DIFRAKCIJA U GRAFIČKOJ TEHNOLOGIJI

Seminarski rad

Matea Pavković
Grafički fakultet
2022. godina

1. Svjetlost

Svjetlost je elektromagnetno zračenje vidljivo ljudskom oku. Vidljiva svjetlost je svjetlost u rasponu valnih duljina od 380 do 780 nanometara, i ljudsko oko je prepoznaje i razlikuje kao boje. Ljubičasta boja ima najmanju valnu duljinu, a crvena najveću. Pojam svjetla uključuje ultraljubičastu i infracrvenu svjetlost.

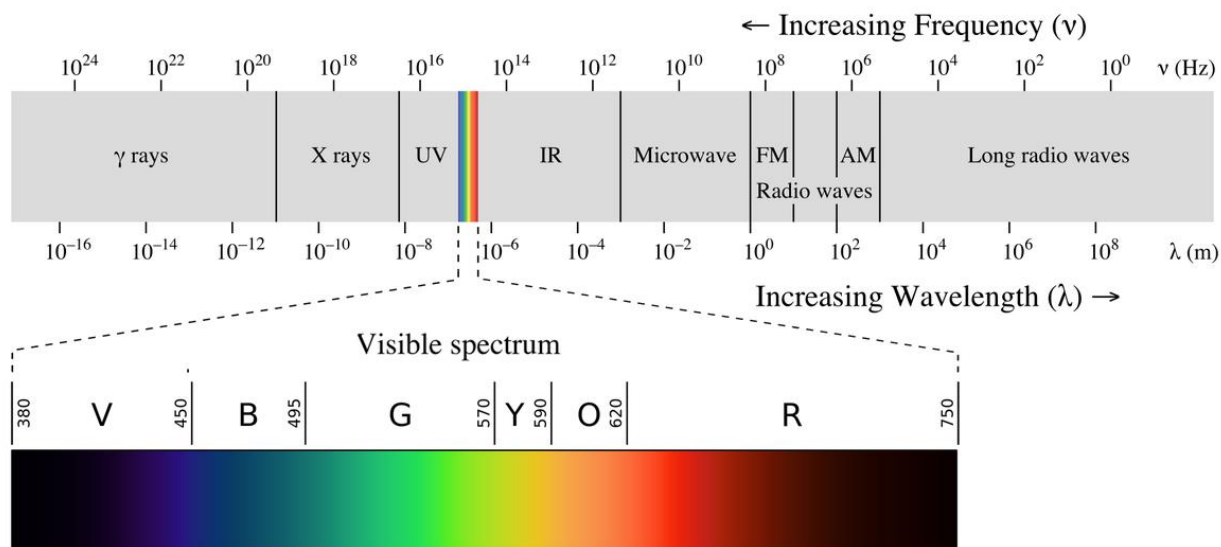


Slika 1. Spektar vidljive svjetlosti

Ljudsko oko ima vrlo ograničen raspon valnih duljina koje doživljava kao vidljivu svjetlost. Međutim, identificira čak i vrlo male razlike u tom rasponu. Te male razlike nazivamo bojama. Dakle, boja je mala frekvencijska razlika u rasponu vidljive svjetlosti.

Spektar vidljivog zračenja uključuje:

- Ljubičasta boja (najviša frekvencija, najkraća valna duljina)
- Plava boja
- Zelena boja
- Žuta boja
- Narančasta boja
- Crvena boja (najniža frekvencija, najveća valna duljina)



Slika 2. Valne duljine vidljive svjetlosti

Bijelo svjetlo sastoji se od uzastopnog niza svih boja vidljivog spektra.

Površina nekog predmeta apsorbira samo bijelo svjetlo u određenom rasponu valnih duljina, zato se bojom predmeta smatra se ona boja koju predmet reflektira kada je obasjan bijelom svjetlošću. To znači da boja ovisi o frekvenciji reflektiranog zračenja. Bijela površina reflektira sve valne duljine bijele svjetlosti podjednako. Crna površina u potpunosti apsorbira bijelu svjetlost. Sive površine djelomično reflektiraju sve valne duljine bijele svjetlosti, ali ih i apsorbiraju.

Sve boje osim bijele, crne i sive su kromatske.

Osnovna svojstva boje su:

- Nijansa
- Svjetlina (ovisi o intenzitetu ili intenzitetu zračenja)
- Zasićenost (ovisi o čistoći boje).

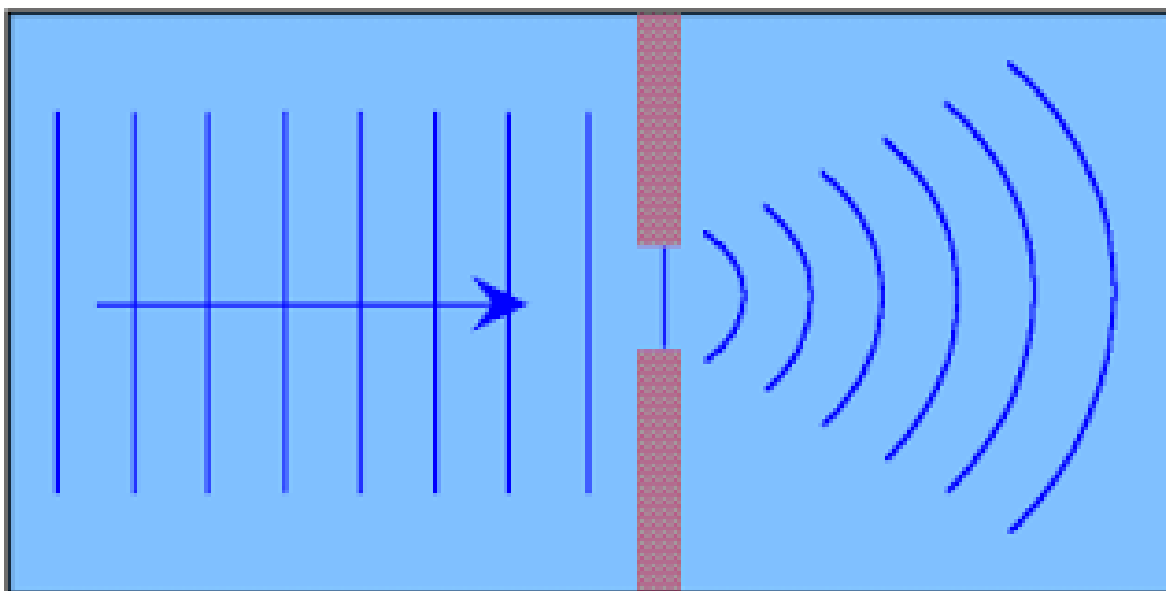
U zraku se kratke valne duljine raspršuju učinkovitije nego duže valne duljine. Kratke valne duljine, kao što je valna duljina plave svjetlosti, su najdifuznije. Zbog toga je nebo plave boje.

Vruće zvijezde većinu svoje svjetlosti emitiraju u ultraljubičastom, dok hladne zvijezde većinu svog zračenja emitiraju u infracrvenom rasponu. Sunce svoju energiju emitira u vidljivom dijelu spektra elektromagnetskog zračenja.

2. Difrakcija

Difrakcija je pojava prividnog skretanja svjetlosti s prvobitnog pravca pri nailasku na prepreku. Ovaj fenomen se može objasniti Huygensovim načelom. Difrakcija može nastati pri širenju svih vrsta elektromagnetnih (svjetlosni valovi, rendgenske zrake, radiovalovi) i zvučnih valova. Difrakcija je prikazana u fizičkim objektima na atomskom nivou. Budući da čestice također pokazuju svojstva slična valovima, ovaj fenomen se može objasniti principima kvantne mehanike.

Difrakcija je pojava koja se javlja kada val naiđe na prepreku. Iako može biti uzrokovana preprekom, uvjetovana je veličinom otvora objekta. Ovo je najpovoljnija situacija za promatranje jer, kada val naiđe na prepreku s nekoliko bliskih otvora, njegovu će rezultirajuću sliku proizvesti valovi koji se kreću kroz područje.



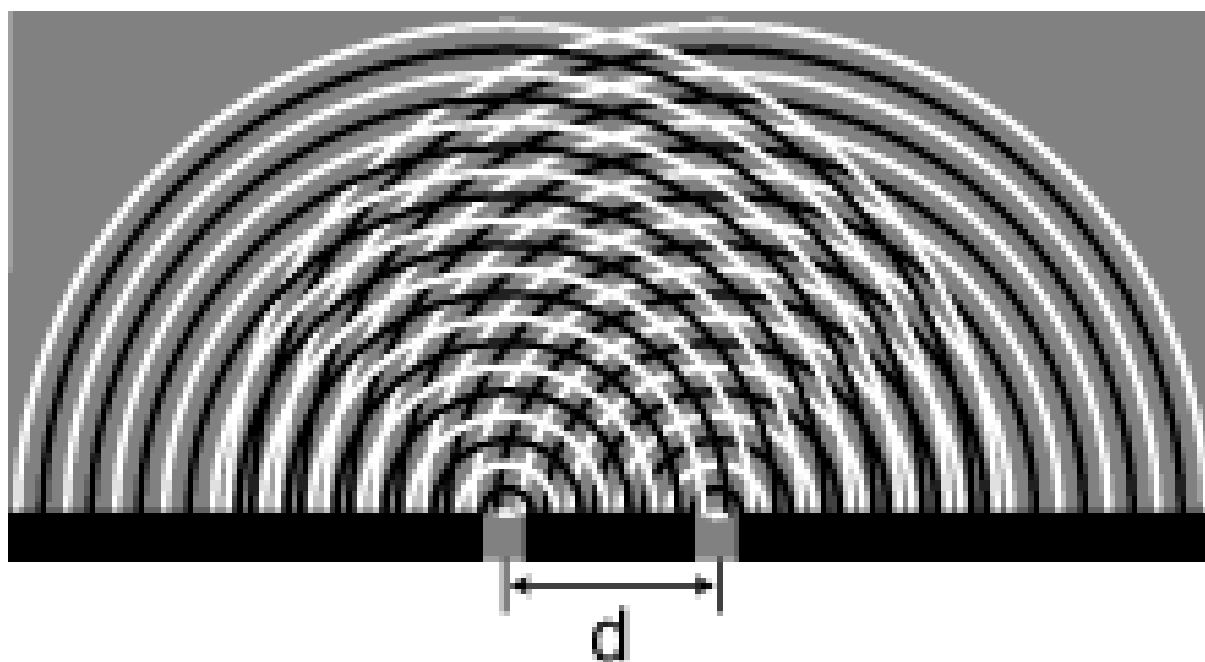
Slika 3. Difrakcija

Taj je fenomen prvi objasnio talijanski znanstvenik Francesco Grimaldi u svom djelu pod naslovom "Efekti difuzije". On je prvi i upotrijebio ime difrakcija, od latinske riječi „diffringere“ što znači „razbiti u komade“. Rezultati njegovog istraživanja objavljeni su tek nakon njegove smrti 1665. godine. Mnogi znanstvenici, uključujući Isaaca Newtona, istraživali su difrakciju.

1803. godine Thomas Young izveo je pokus interferencije valova na dva bliska otvora. Ovim pokusom zaključio je da se svjetlost ponaša kao val. Do tada su znanstvenici tvrdili da se svjetlost sastoji od čestica, tj. da ima čestičnu prirodu.

Ako uzmemo točkasti izvor svjetlosti i ispred njega stavimo neprozirni zastor na kojem se nalazi mala pukotina probušena iglom, a iza njega bijeli zastor, svjetlost koja prolazi kroz pukotinu će na drugom zastoru dati svijetli krug opkoljen svijetlim i tamnim prstenovima.

U slučaju da imamo dvije takve pukotine na zastoru i jedan svjetlosni val koji prolazi kroz njih, val se preklapa iza pukotina i nastaje slika:

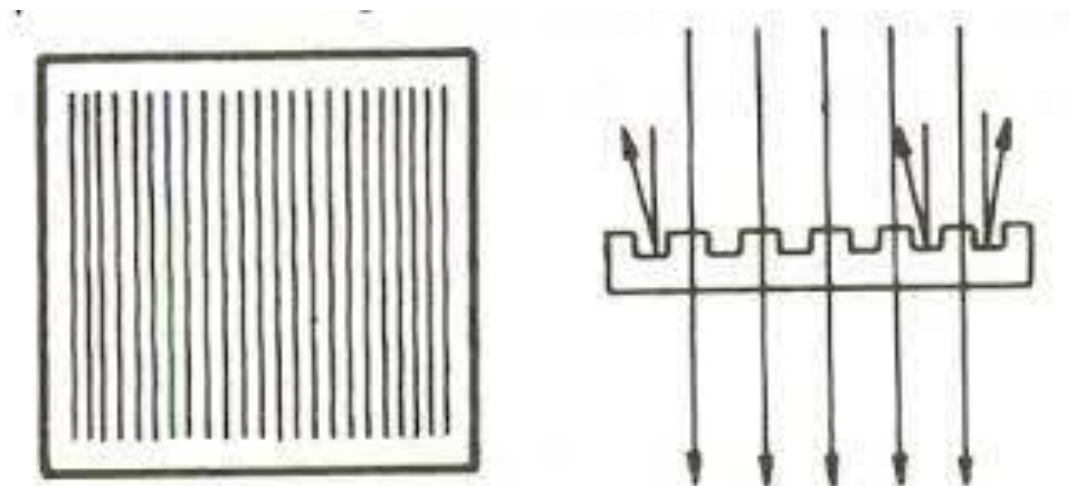


Slika 4. Preklapanje valova iza prepreke

Difrakcija opisuje dva svjetlosna vala koji se međusobno isprepleću.

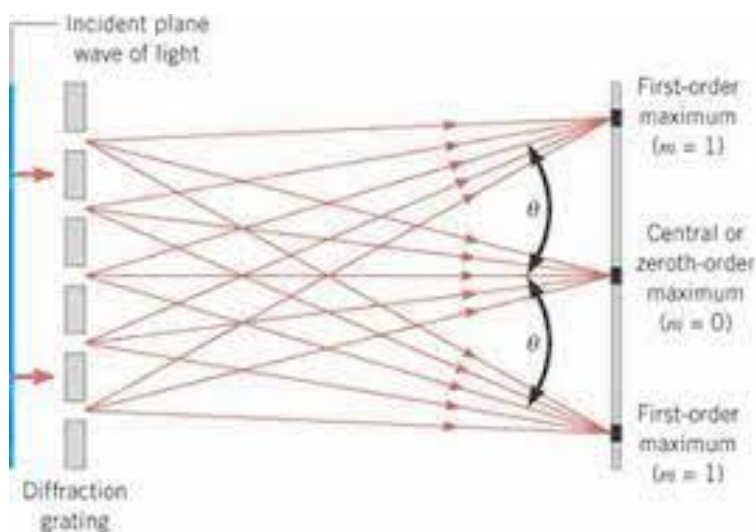
3. Optička rešetka

Optička rešetka je optička komponenta sa periodičnom strukturom koja sječe i difraktira svjetlost na nekoliko snopova koji putuju u različitim smjerovima. Pravac ovih snopova ovisi o razmaku rešetke i valne duljine svjetlosti, tako da rešetka djeluje kao disperzivni element. Optička rešetka se koristi u spektrometrima i monokromatorima.



Slika 5. Optička rešetka

Rešetke uglavnom umjesto tamnih linija imaju grebene ili rebra na svojoj površini. Takve rešetke mogu biti reflektirajuće ili propusne. Postoje i rešetke koje moduliraju fazu, a ne amplitudu upadne svjetlosti, koristeći holografiju.

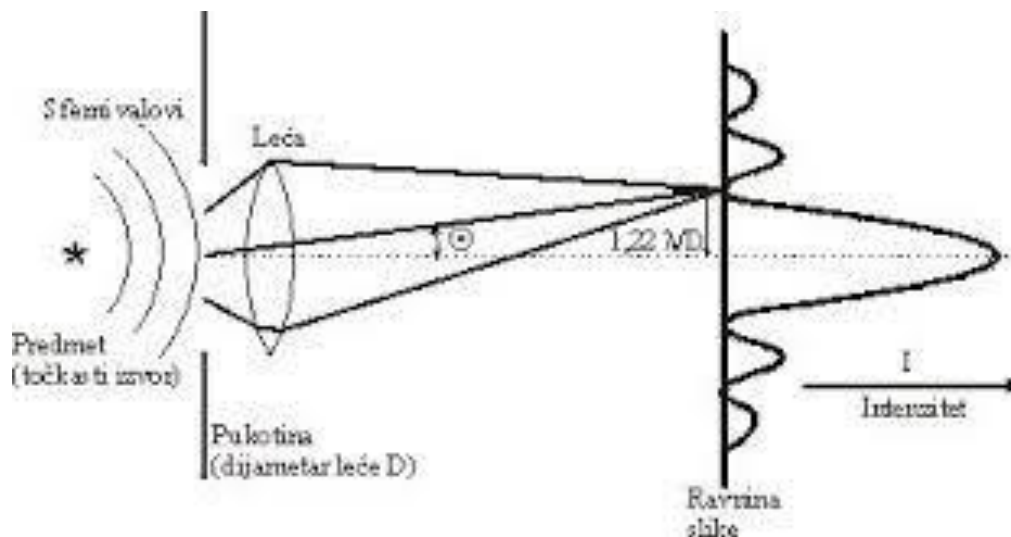


Slika 6. Skica optičke rešetke

4. Rayleighov kriterij

Rayleighov kriterij određuje potreban razmak između dva izvora svjetlosti da bi se mogli prepoznati kao različiti predmeti. Primjenjuje se na potrošačke proizvode, kao što su kamere, ali i na profesionalnu opremu u astronomiji i optičkoj mikroskopiji. Bilo koji optički sustav je

podložan efektima difrakcije leće. Pomoću Rayleighovog kriterija fizičari mogu djelomično objasniti difrakciju leće.



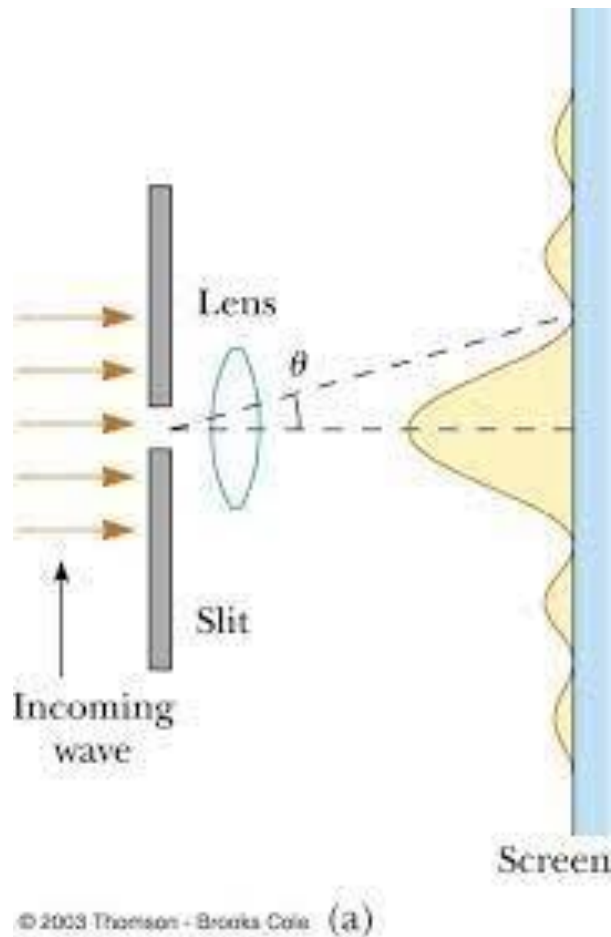
Slika 7. Prolazak valova kroz pukotinu

5. Difrakcija leće

Difrakcija leće je optička smetnja koja se javlja kada svjetlost prolazi kroz mali otvor, na primjer kroz otvor s malom žarišnom daljinom (vrijednost f).

Do difrakcije leće dolazi kada su valna duljina svjetlosti λ i otvor leće približne veličine. To znači da do difrakcije leće najčešće dolazi prilikom fotografiranja kroz leću s malom žarišnom daljinom. Kada želimo staviti neki objekt u prvi plan fotografije, on će izgledati najoštrije s najvećim mogućim otvorom blende, ako su ostali čimbenici neutralni.

Kada su zrake koje prolaze kroz usku pukotinu približno paralelne jedna s drugom, tada nastaje Fraunhoferova difrakcija. To se može postići eksperimentalno ako zaslon postavimo daleko od pukotine koju koristimo za stvaranje difrakcije ili pomoću leće koja fokusira konvergentan snop nakon što prođe kroz otvor. Svijetla pruga se vidi uz os ($\theta = 0$) s naizmjeničnim svijetlim i tamnim prugama sa svake strane.

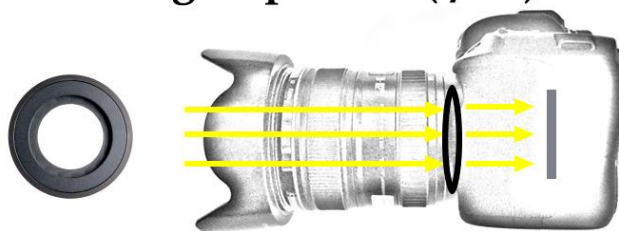


Slika 8. Difrakcija

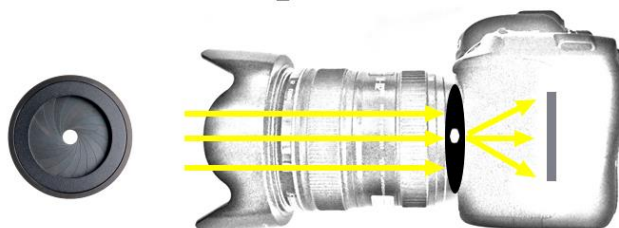
6. Difrakcija u fotografiji

U digitalnoj fotografiji učinak difrakcije ovisi o broju piksela u senzoru fotoaparata. Kada difrakcijski uzorak pogodi senzor kamere, stvara se slika koja se naziva Airy disk. Promjer Airy diska ovisi o promjeru otvora fotoaparata. Airy disk se povećava proporcionalno smanjenju otvora leće, i obrnuto.

Large Aperture (f/2.8)



Small Aperture (f/22)



Slika 9. Otvor blende

Veća veličina piksela senzora fotoaparata znači veću vjerojatnost da će Airy-jevo difraktirano svjetlo biti ograničeno jednim sensorom. To znači da je u senzoru kamere visoke rezolucije (s velikim megapikselima) primjetna difrakcija kod širih postavki otvora blende. Na kamerama manje rezolucije, koje imaju manje megapiksela i manju osjetljivost, difrakcija nije primjetna dok se otvor blende znatno ne smanji. Kamere s velikim megapikselima imaju veću osjetljivost.

Na količin svjetlosti koja ulazi u leću utječu brzina zatvarača fotoaparata i otvor leće. Za postizanje slike na kojoj su svi dijelovi podjednako fokusirani, koristi se manji otvor blende. Ako se fokusira samo određeno područje fotografije, bolje odgovara veliki otvor blende. Rezultat korištenje velikog otvora blende su jako oštri objekti sa zamućenom pozadinom. Što je veći otvor blende, difrakcija svjetlosti je manja. Isto tako, što je otvor blende manji, difrakcija svjetlosti je veća. Veću oštrinu imaju slike snimljene lećama šire rezolucije.

Neki od DSLR modela, kao što su modeli aparata Nikon, Sigma, Canon i tako dalje, imaju softverske postavke koji ograničavaju difrakcije leće. Bilo koji optički sustav se može prilagoditi tako da ograniči difrakciju i tako osigura najveću moguću razlučivost.