

# Advanced Optical Effects

»» Jana Obžerová,  
Kristína Lidayová,  
Zuzana Zajíčková,  
Marek Kurta,  
Šimon Miklušičák

# Obsah

- polarizácia
- reflexia
- disperzia
  - index lomu
- difrakcia
- interferencia
- hyperfokálna vzdialenosť
- depth of field
  - závislosť a použitie
- kaustika
  - nastavenie, ray tracing, implementácia, mapping

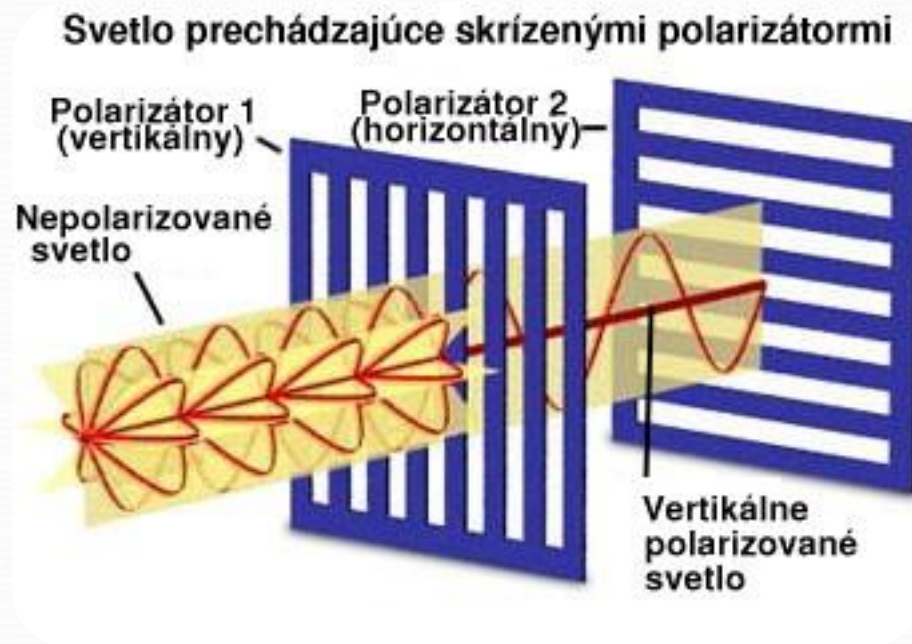
# Obsah II.

- subsurface scattering
- depth peeling
- texture space diffusion

# Polarizácia

- svetlo je priečne elektromagnetické vlnenie
- vektorová fyzikálna veličina, ktorá udáva, v ktorom smere svetlo kmitá
- naše oko nie je citlivé na polarizáciu
- polarizátor je špeciálny materiál, ktorý prepúšťa iba svetlo istej polarizácie
- nepolarizované svetlo = svetlo z bežného zdroja

# Polarizácia II.



svetlo  
polarizované  
vertikálne

# Využitie polarizácie

- slnečné okuliare
- 3D kino IMAX
- fotografovanie:
  - správnym nastavením filtra odstránime čiastočnú polarizáciu modrej oblohy (oslňujúci lesk) a dostaneme krásne modrú oblohu

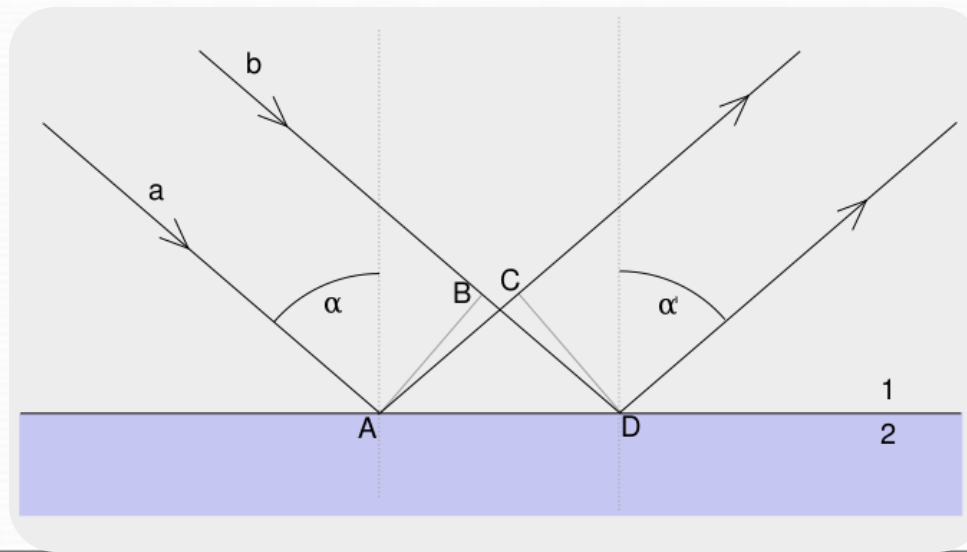
# Reflektcia

- vzniká, ak sa prichádzajúce vlnenie dostane k rozhraniu dvoch prostredí
- na tomto rozhraní môže dôjsť k jeho odrazu späť do prostredia, z ktorého vlnenie prichádza



# Reflektcia II.

- zákon odrazu vlnenia:
  - uhol odrazu je rovný uhlu dopadu, pričom odrazené vlnenie ostáva v rovine dopadu
  - odrazený lúč ostáva v rovine dopadu (v rovine danej dopadajúcim lúčom a kolmicou dopadu) a zvierá s kolmicou dopadu uhol odrazu, ktorý je rovnako veľký ako uhol dopadu

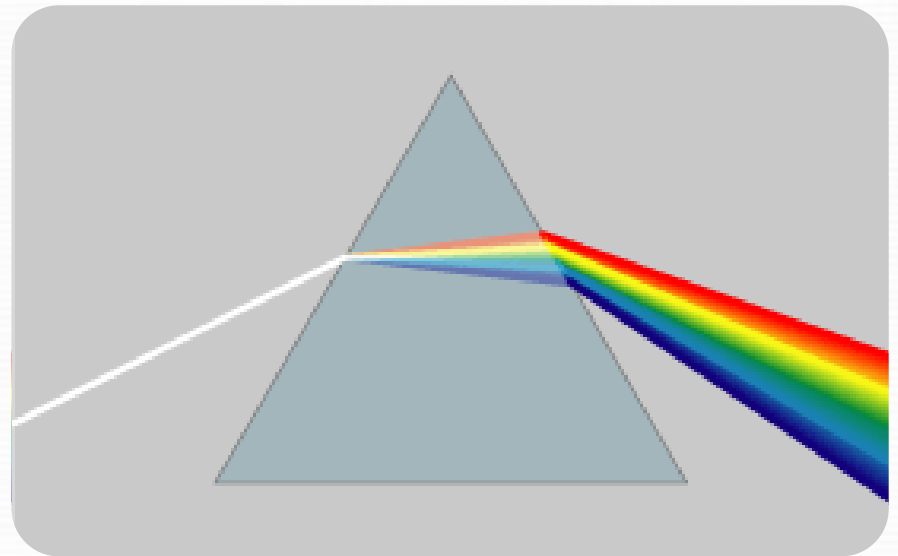


# Reflekcia III.



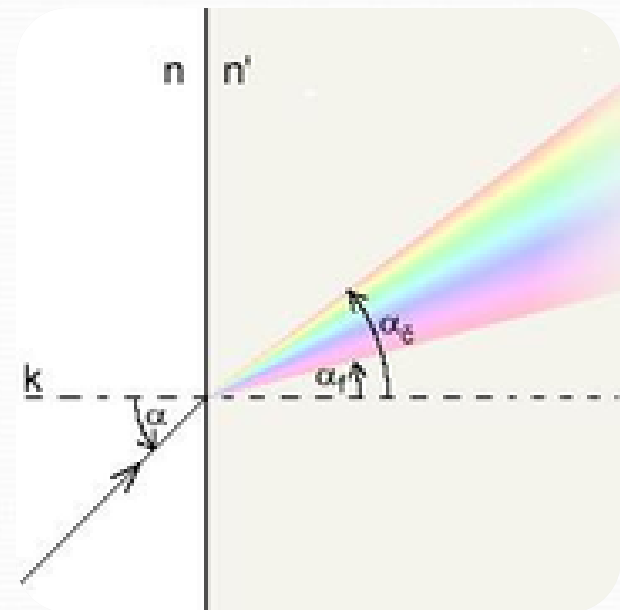
# Disperzia svetla (rozptyl svetla)

- rozklad bieleho svetla na jednotlivé farebné zložky
- vzniká pri odraze, lome, difrakcií (ohybe) a interferencií svetla



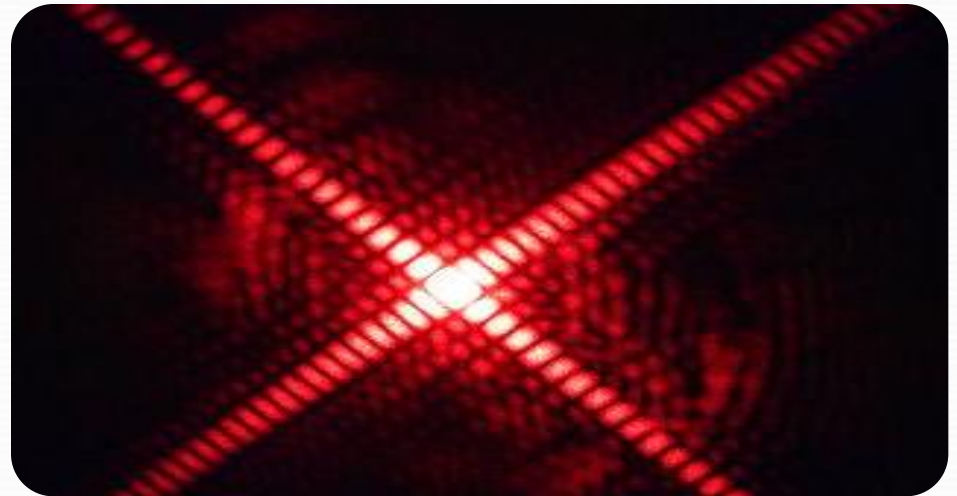
# Index lomu

- veličina charakterizujúca optické vlastnosti látky
- závisí od vlnovej dĺžky  $\lambda$
- s rastúcou vlnovou dĺžkou sa znižuje
- najmenej sa odchyľuje červená zložka, najviac fialová



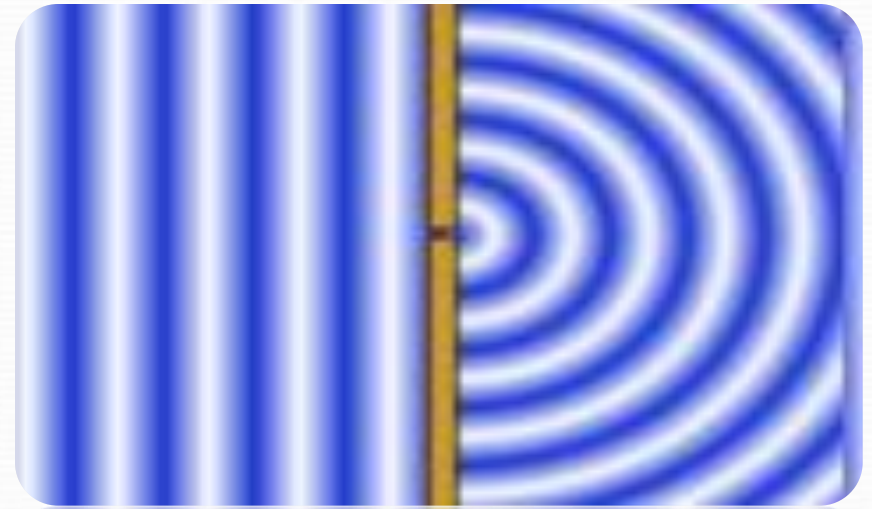
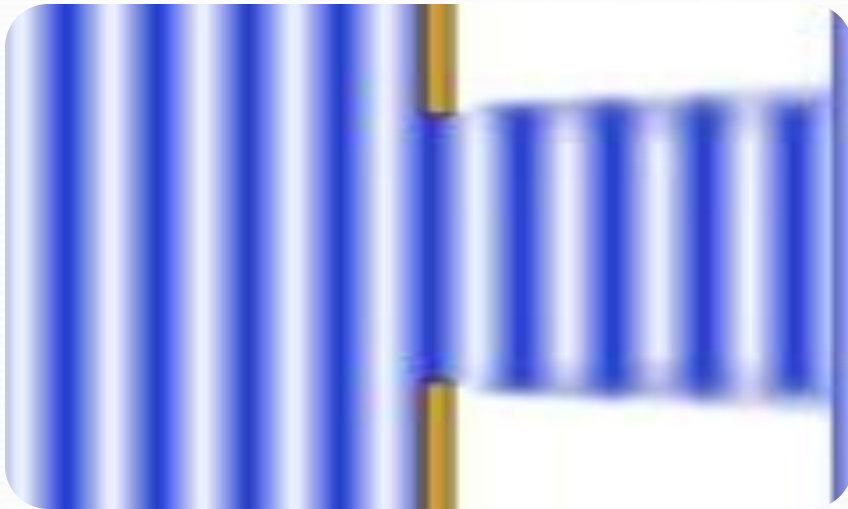
# Difrakcia (ohyb svetla)

- zmena smeru šírenia žiarenia v dôsledku prekážky
- spôsobená vlnovou povahou žiarenia



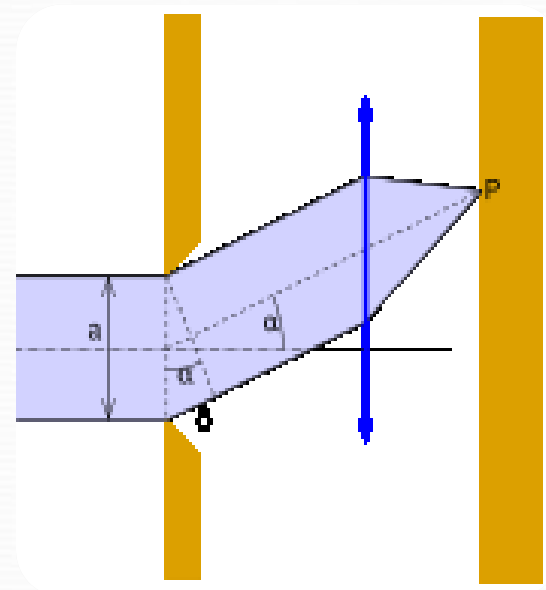
# Difrakcia (Ohyb svetla) II.

- rozmery prekážky musia byť porovnateľné k vlnovej dĺžke



# Ohyb svetla na štrbine

- po prechode svetla štrbinou sa objaví ohybový jav
- podľa Huygensovho princípu → štrbina = zdroj elementárneho vlnenia
- vlnenia interferujú → ohybový jav



# Interferencia

- skladanie niekoľkých koherentných vlnení rovnakého druhu do jedného výsledného vlnenia



# Interferencia II.

- v prostredí sa môže šíriť vlnenie z viacerých zdrojov
- výsledné kmitanie je vektorovým súčtom dielčích kmitov



# Interferencia III.

- v optike → koherentný zdroj hlavne laser
- ak je fázový rozdiel dvoch koherentných vlnení v určitom bode :
  - $2\pi$  alebo iný párny násobok  $\pi$  → nastáva interferenčné zosilnenie
  - nepárny násobok  $\pi$  → nastáva interferenčné zoslabenie

# Interferencia IV.

## interferenčný obrazec:

- svetelný obrazec zachytený na tienidle → ako dôsledok interferencie svetelných vln
- skladá sa zo svetlých a tmavých plošiek, alebo prúžkov

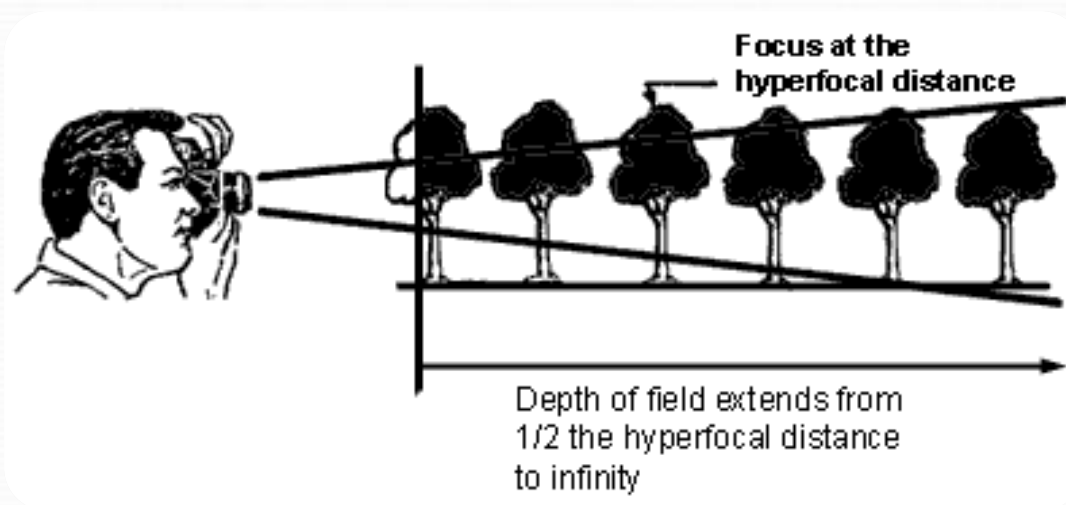


# Interferencia V.

- interferenčné maximum - miesto na interferenčnom obrazci, v ktorom intenzita výslednej vlny je maximálna
- interferenčné minimum - miesto na interferenčnom obrazci, v ktorom intenzita výslednej vlny dosahuje minimálnu (niekedy aj nulovú) hodnotu

# Hyperfocal distance

- čo je to hyperfocal distance(hyperfokálna vzdialenosť)?
- vzdialenosť najbližšieho objektu, ktorý je ešte ostrý, keď je objektív kamery/fotoaparátu zaostrený na nekonečno
- mení sa s každým clonovým číslom



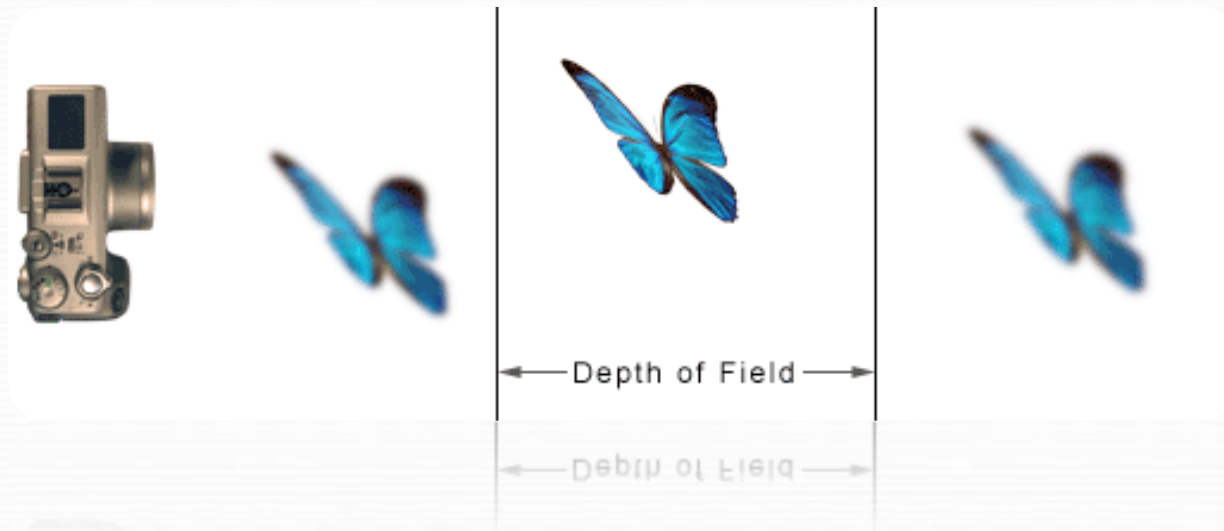
to infinity  
1/2 the hyperfocal distance  
Depth of field extends from

# Hyperfocal distance

- $h = f^2 / ac$
- $f$  = ohnisková vzdialenosť objektívu
- $a$  = priemer clony (clonové číslo)
- $c$  = circle of confusion (používa sa  $1/1000 f$ )

# Depth of Field limits

- blízka hranica:  $hs / h + (s - f)$
- vzdialená hranica:  $hs / h - (s - f)$
- $h$  = hyperfokálna vzdialenosť (hyperfocal distance)
- $s$  = vzdialenosť obejktu od kamery
- $f$  = ohnisková vzdialenosť objektívu



# Od čoho závisí DoF?

- ohnisková vzdialenosť objektívu

*čím je ohnisková vzdialenosť objektívu menšia, tým je DoF väčšia*

- priemer clony (clonové číslo)

*čím je priemer clony menší (clonové číslo väčšie), tým je DoF väčšia*

- vzdialenosť zaostreného objektu od objektívu

*čím je objekt ďalej, tým je aj DoF väčšia*

- vzdialenosť z akej prezeráme výsledný obrázok

*čím je prezeraný obrázok ďalej, tým je zdanlivá DoF väčšia*

- subjektívne vnímanie ostrosti divákom

# Použitie DoF

- upútanie pozornosti na konkrétny objekt v scéne



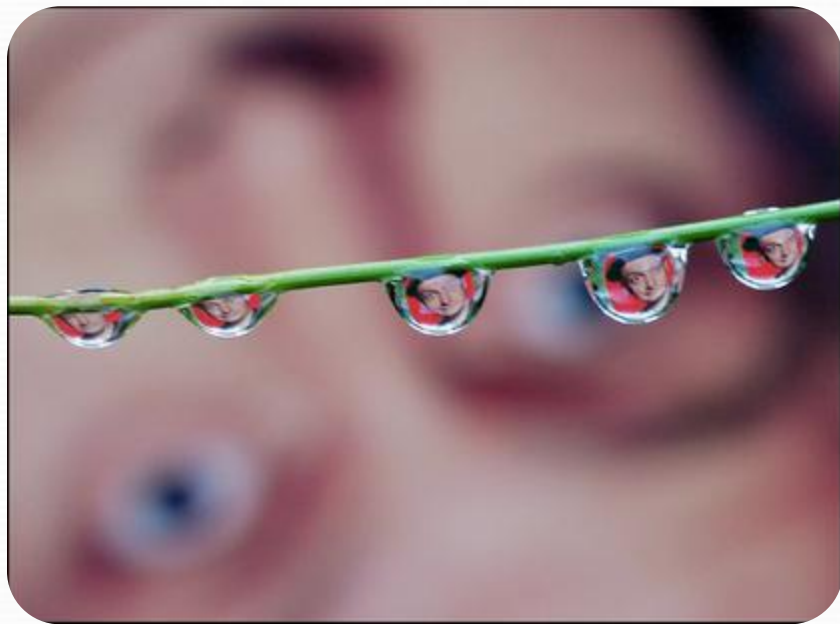
# Použitie DoF

- oddelenie objektu od pozadia



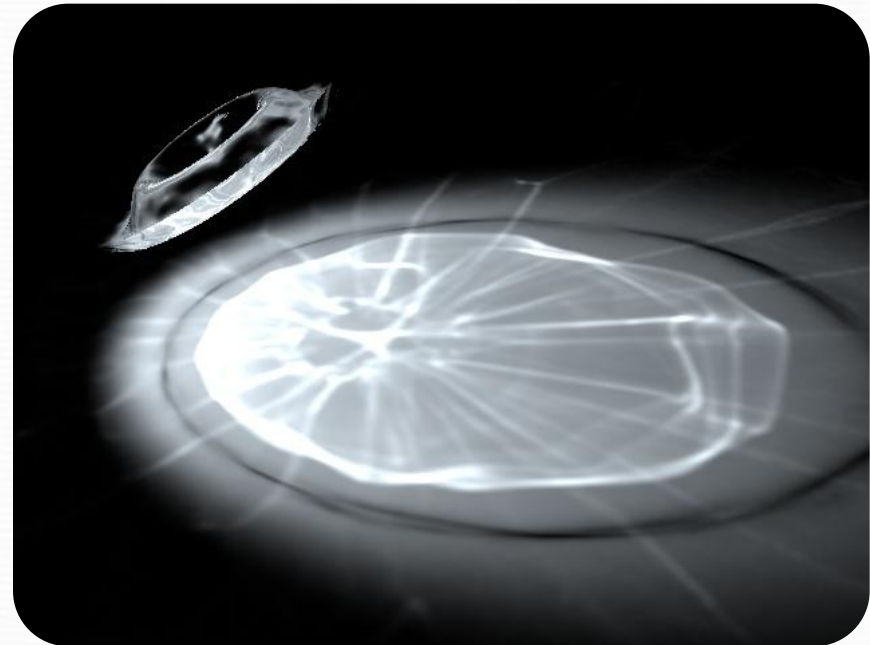
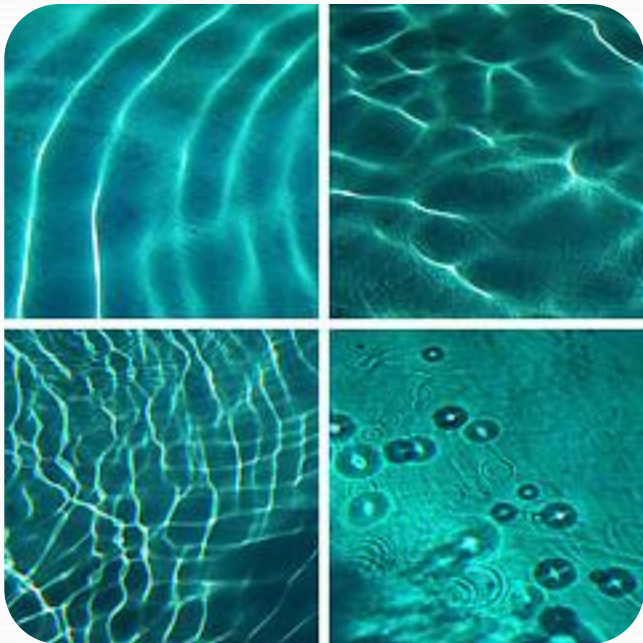
# Použitie DoF

- rôzne umelecké kreácie



# Caustics - definícia I.

- kaustika je refrakčná vzorka vytvorená priehľadnými objektami, cez ktoré prechádza svetlo



# Caustics - definícia II.

- kaustika je vytvorená svetlom, ktoré je odrazené alebo prenášané cez lesklý povrch predtým než dopadne na matnú plochu



# Caustics - implementácia

- nemožné alebo náročné implementovať pomocou radiosity alebo ray-tracing
- simuluje sa pomocou photon mapping alebo backward ray-tracingu

# Photon mapping vs. Backward Ray-tracing

## Backward Ray-tracing

- James Arvo. *SIGGRAPH* '86.
- lúče svetla sú sledované od zdroja svetla smerom do scény
- vhodné pre statické scény

## Photon mapping

- Henrik Wann Jensen. *Rendering Techniques* '96
- vhodné pre plne dynamické scény - hry a interaktívne aplikácie

# Caustics + Ray tracing

Caustics + Ray tracing



Ray tracing



# Caustics Mapping algoritmus

- využitie v hrách a interaktívnych aplikáciách pre vysoké fps
- beží na GPU a tým odľahčuje CPU
- žiadne predpočítavanie
- dynamická geometria, svetlá a kamera
- ľubovoľný tvar objektov



# Caustics nastavenia



# Caustics nastavenia

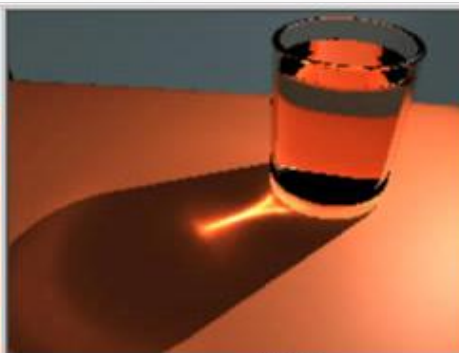
závisí od softwaru resp. od algoritmu

- energia
- množstvo fotónov
- exponent

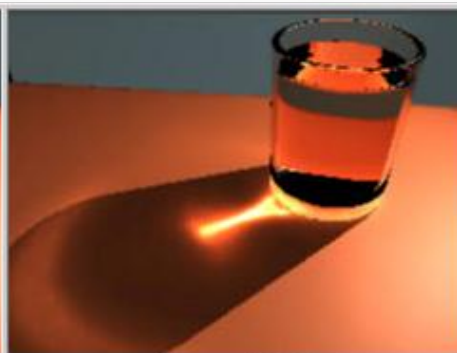




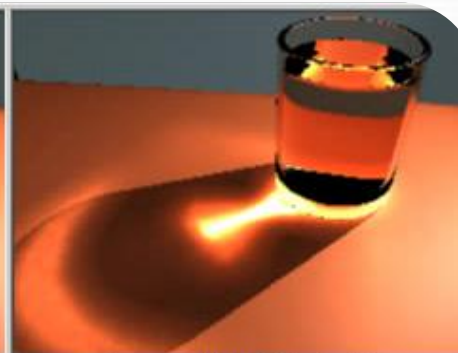
Energy 500  
Exponent 2



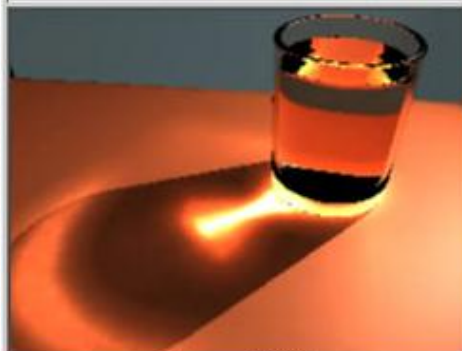
Energy 1500  
Exponent 2



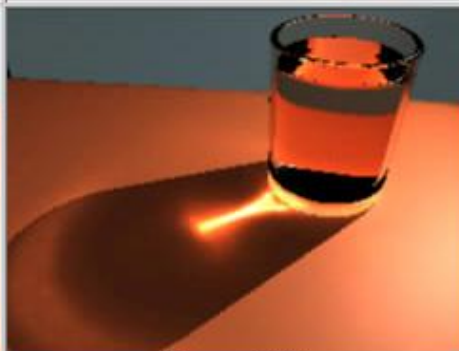
Energy 3000  
Exponent 2



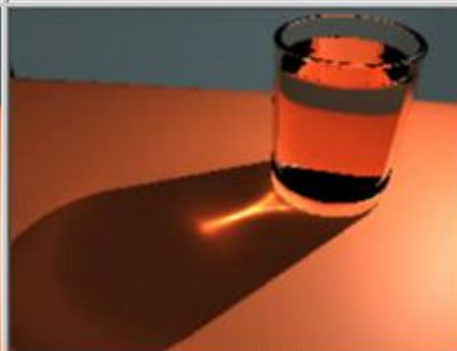
Energy 8000 (Default)  
Exponent 2



Energy 8000  
Exponent 2 (Default)



Energy 8000  
Exponent 2.5



Energy 8000  
Exponent 3



Energy 8000  
Exponent 3.5

Εξουθενή 2 (Πείραξη)  
Ευσεύλ 8000

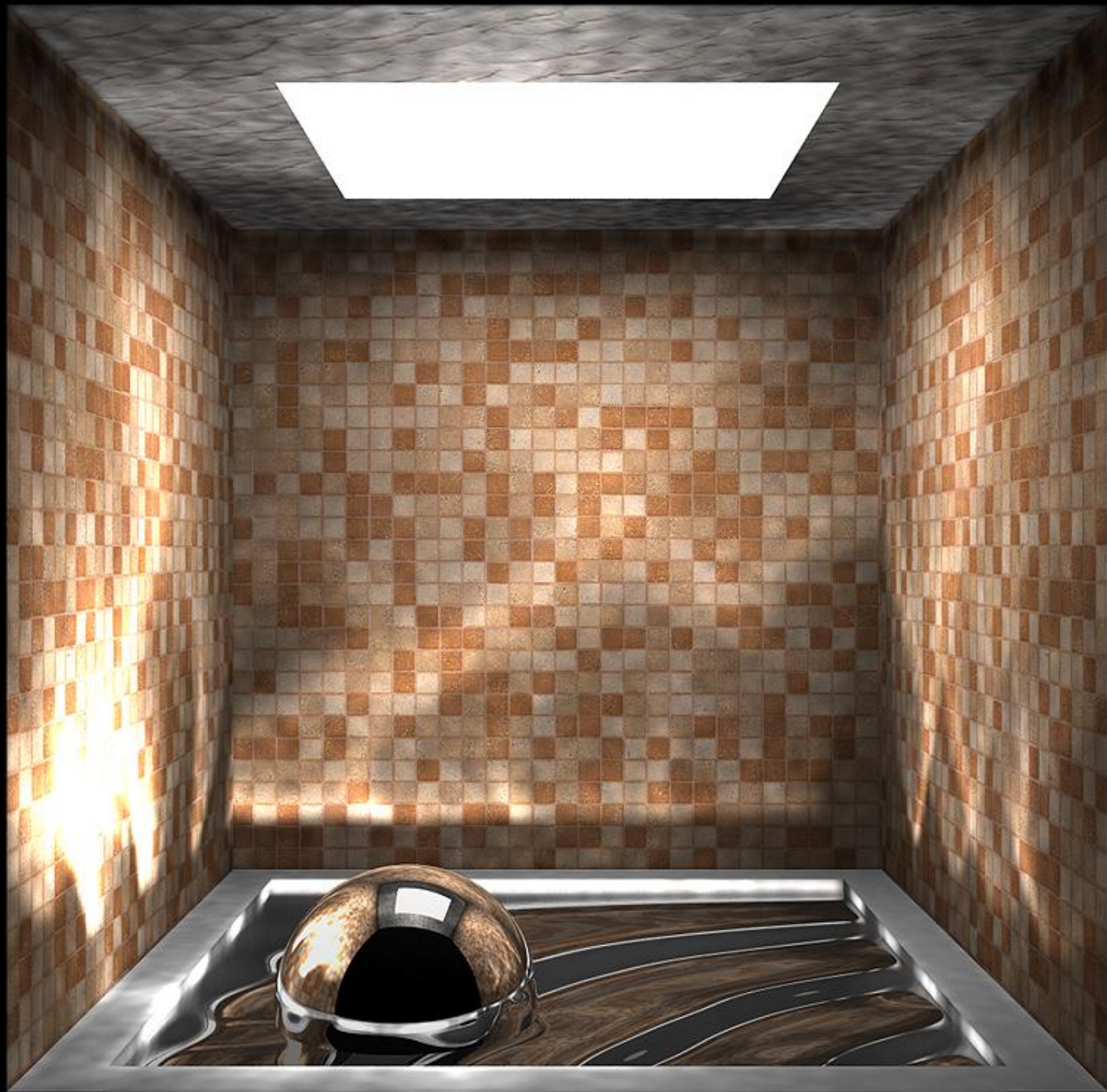
Εξουθενή 2.5  
Ευσεύλ 8000

Εξουθενή 3  
Ευσεύλ 8000

Εξουθενή 3.5  
Ευσεύλ 8000







# Subsurface scattering

- metóda na vytváranie realistických odrazov svetla z povrchov
- materialy: vosk, mramor, pokožka, mlieko...



# Real materials

- nie sú úplne priesvitné
- svetlo sa absorbuje, rozptyluje a znovu vyžaruje



WAX

JADE

MARBLE

# How it works

- svetlo prenikná povrchom priesvitného objektu
- prechádza materiálom, ktorý ho ovplyvňuje
- vychádza

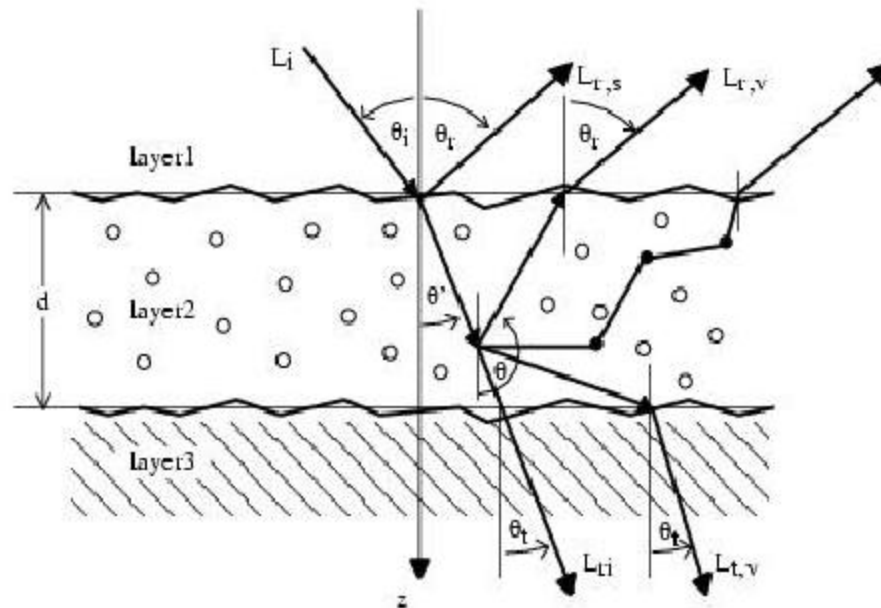
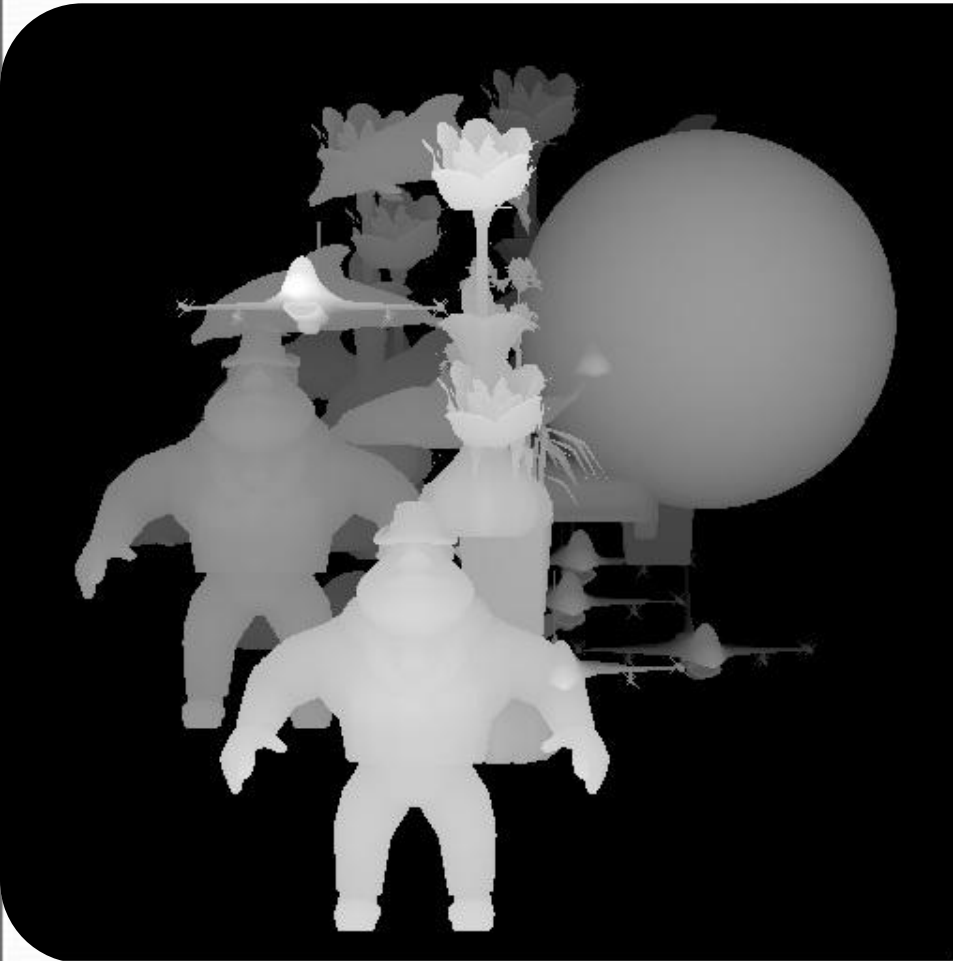


Figure 1: The geometry of scattering from a layered surface

# SSS založené na Depth map

- get a depth map
- projected to scene
- render





fps = 7.5757

fps = 7.5757

# Depth peeling

- used to account for varying densities beneath the surface

# Texture space diffusion

- calculate original lightning
- transform, remap
- reapply





Ďakujeme za pozornosť  
priestor pre Vaše otázky...