

Žaidimų kompiuterinė grafika

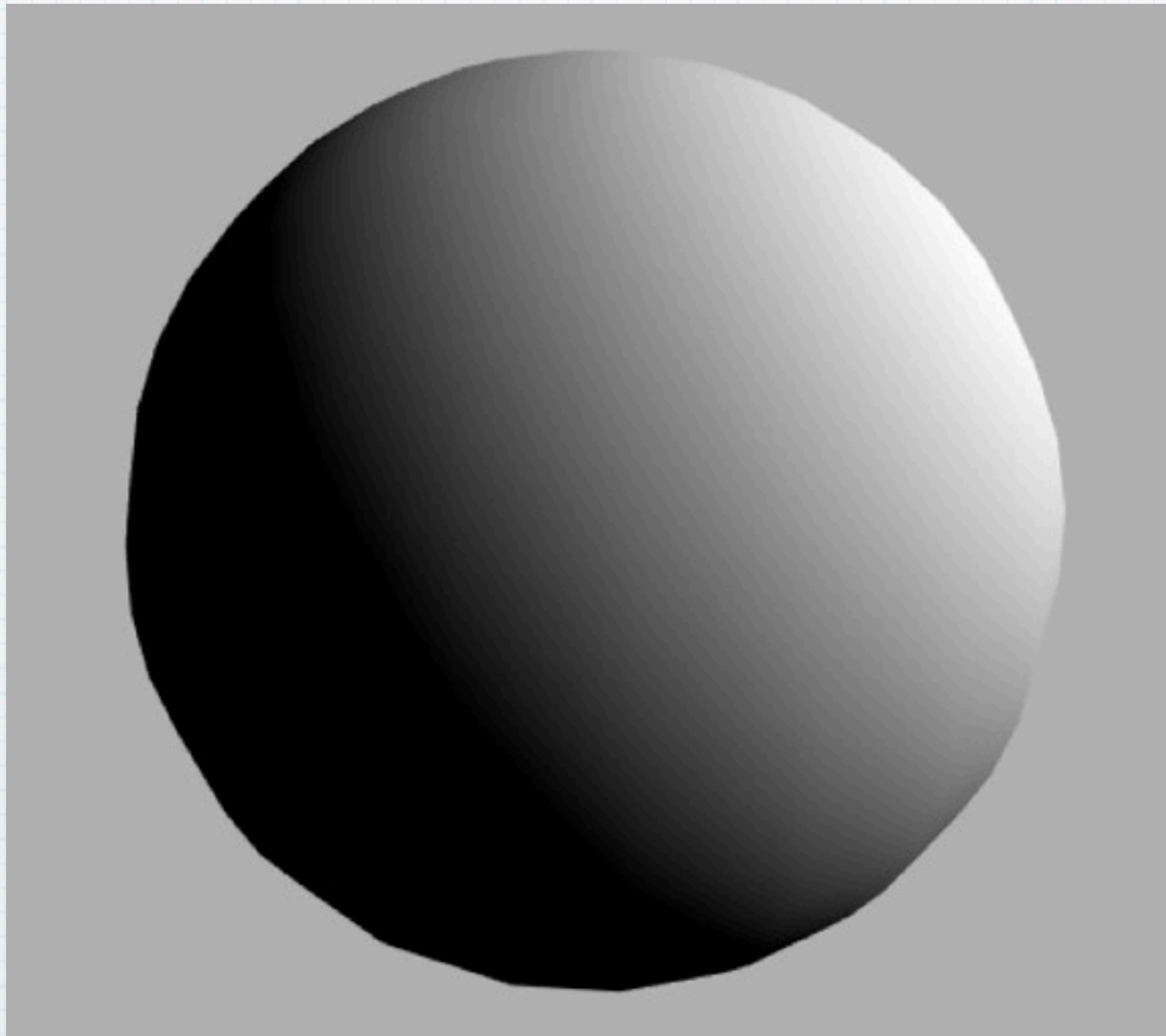


MIF 2013

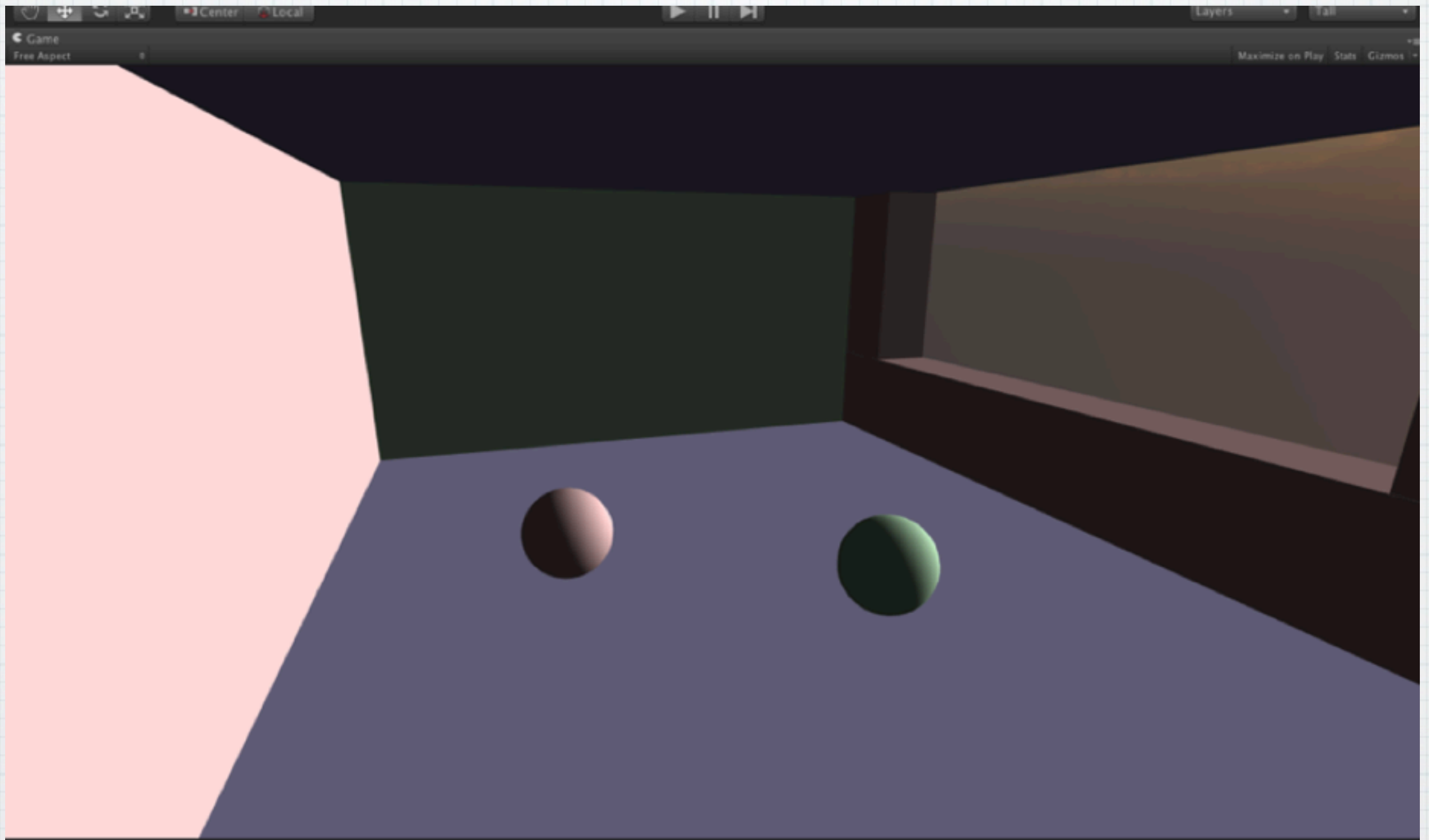
Globalus apšvietimas

- * Tiesioginis / Globalus
- * BRDF & Rendering Equation
- * Physically based lighting
- * Šešėliai
- * Environment Maps
- * Globalus apšvietimas

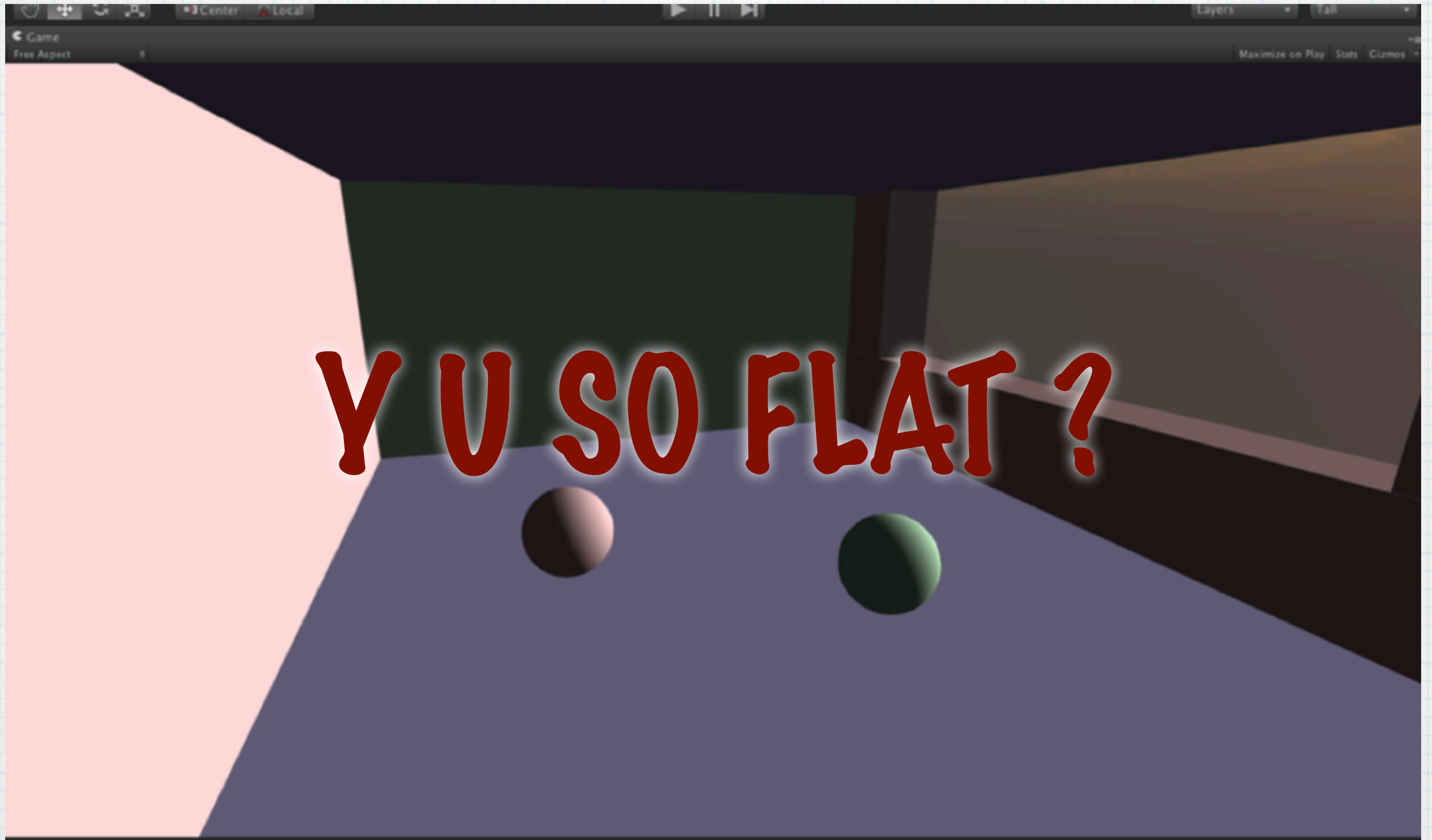
Praeita karta...



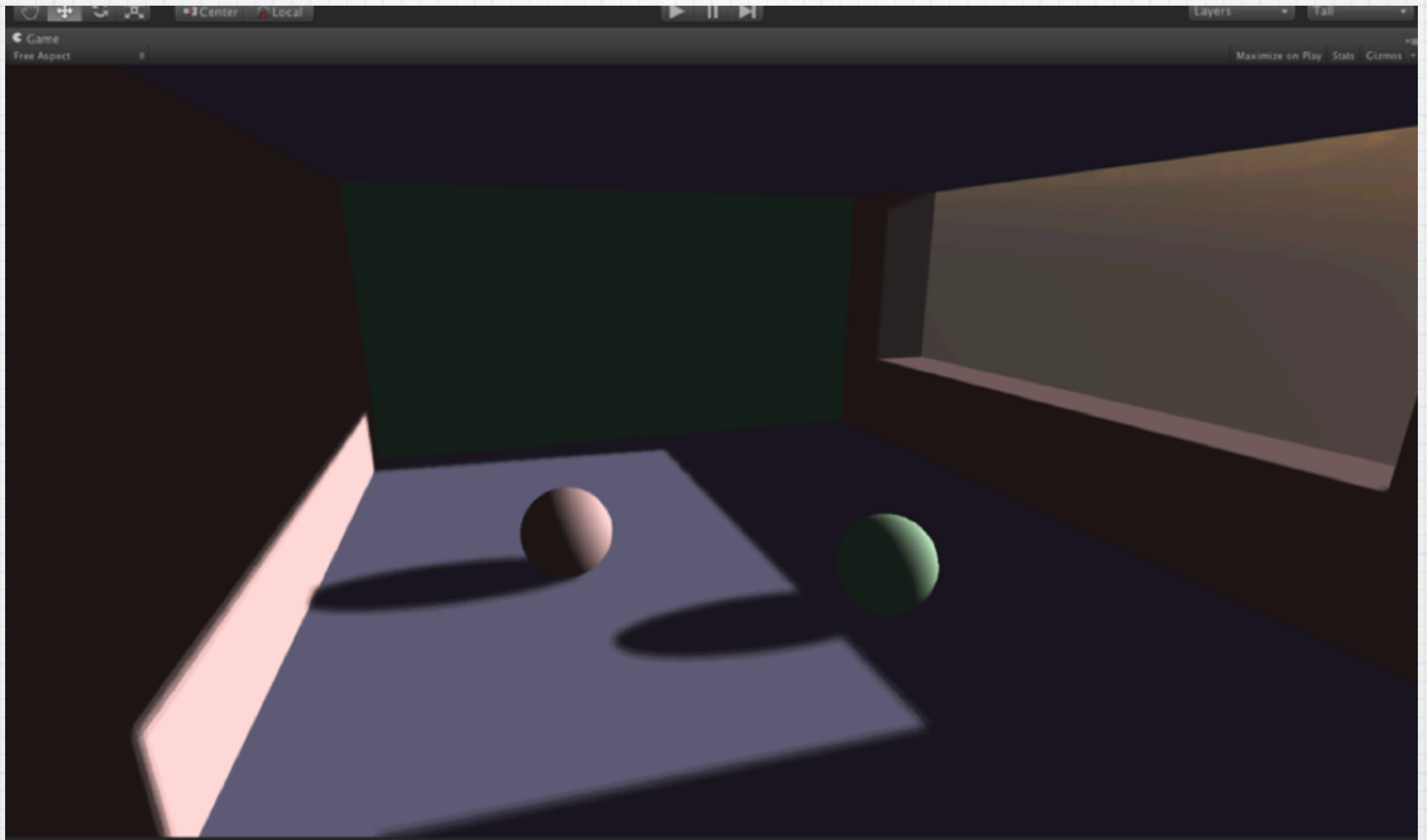
Tiesioginis apšvietimas



Tiesioginis apšvietimas



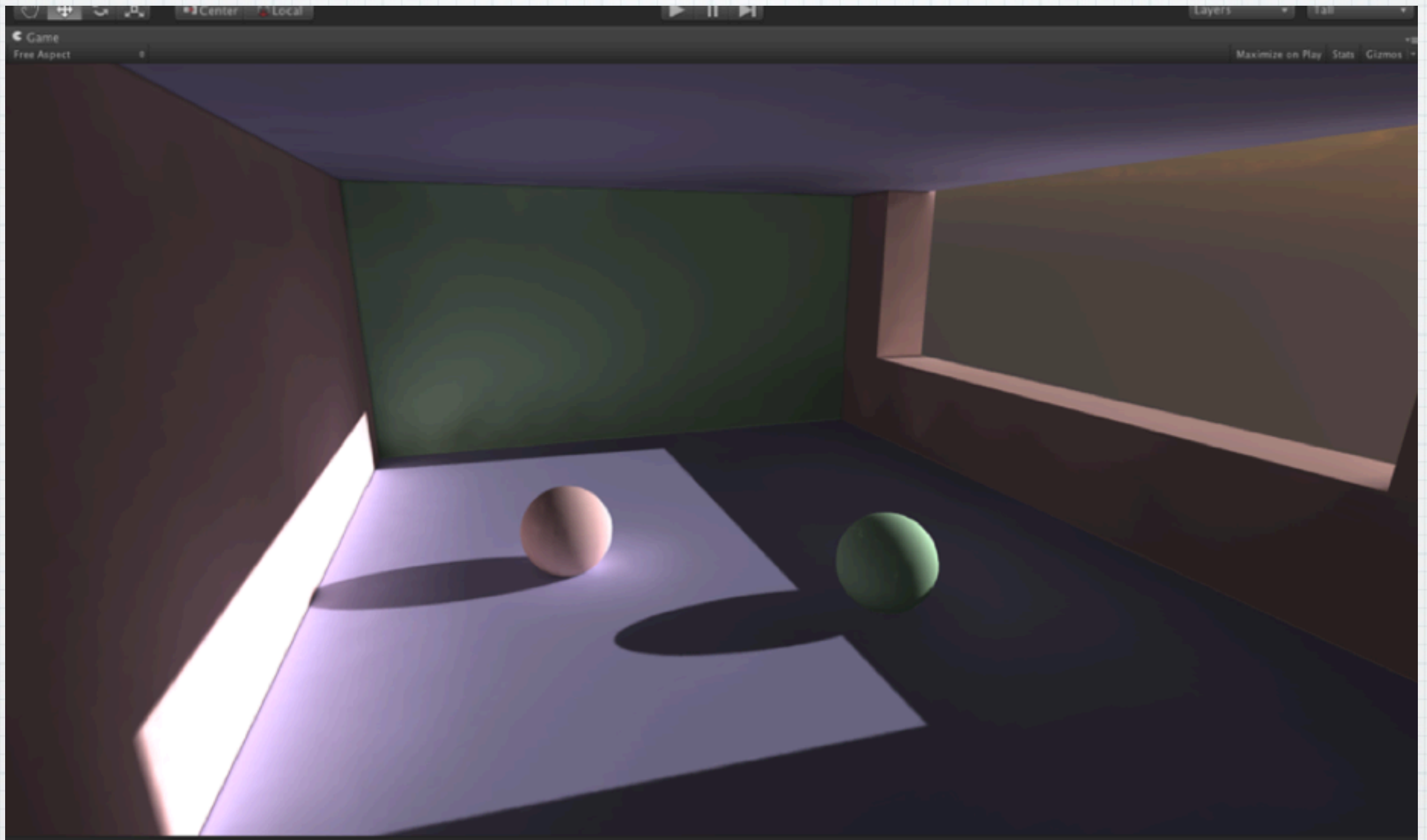
Pridėkim šešėlius!



Pridėkim šešėlius!

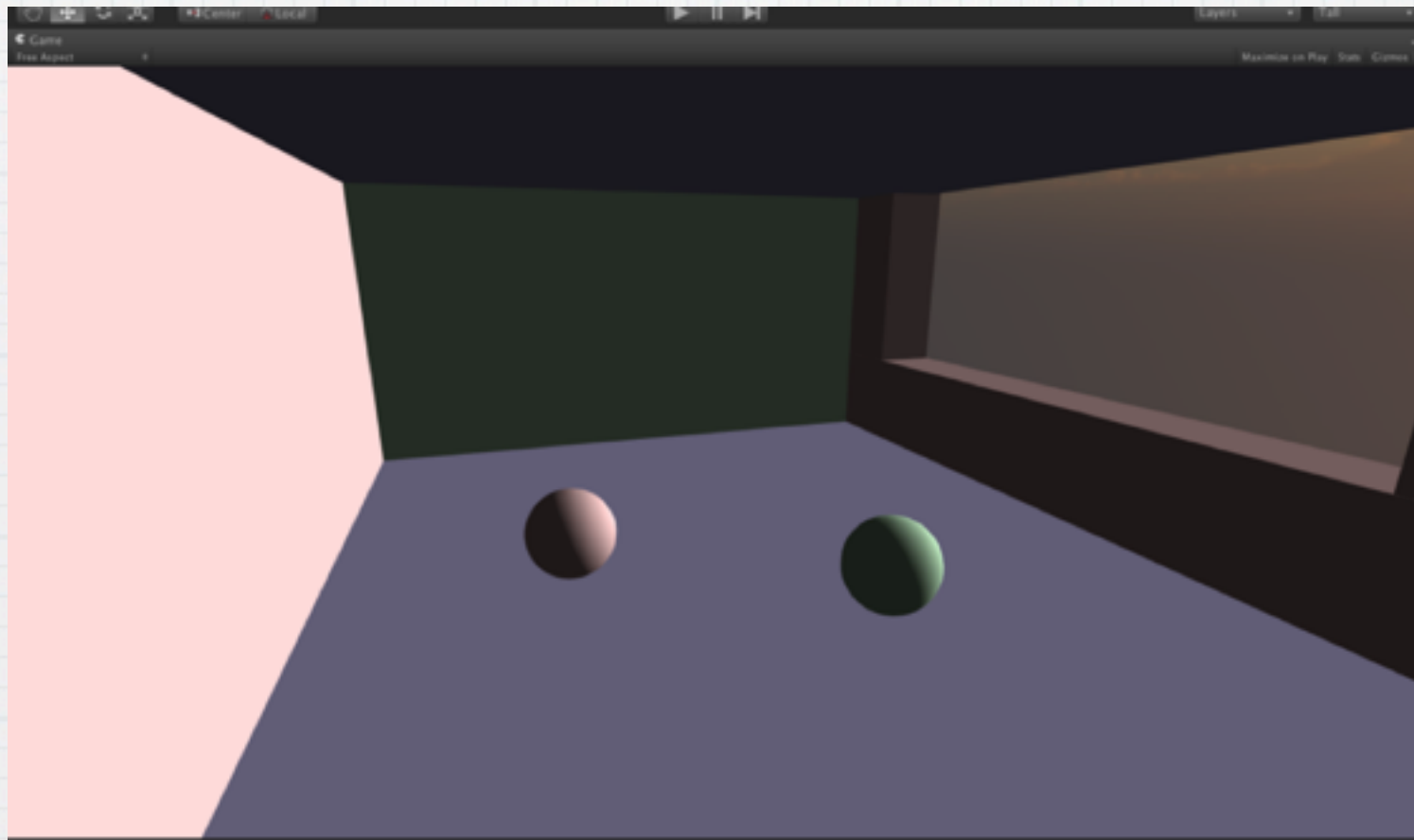


Globalus apšvietimas



Paprastas apšvietimas

* Lambert: N.L



Globalus apšvietimas

- * Vieną 1986-ųjų dieną...
- * Jim Kajiya

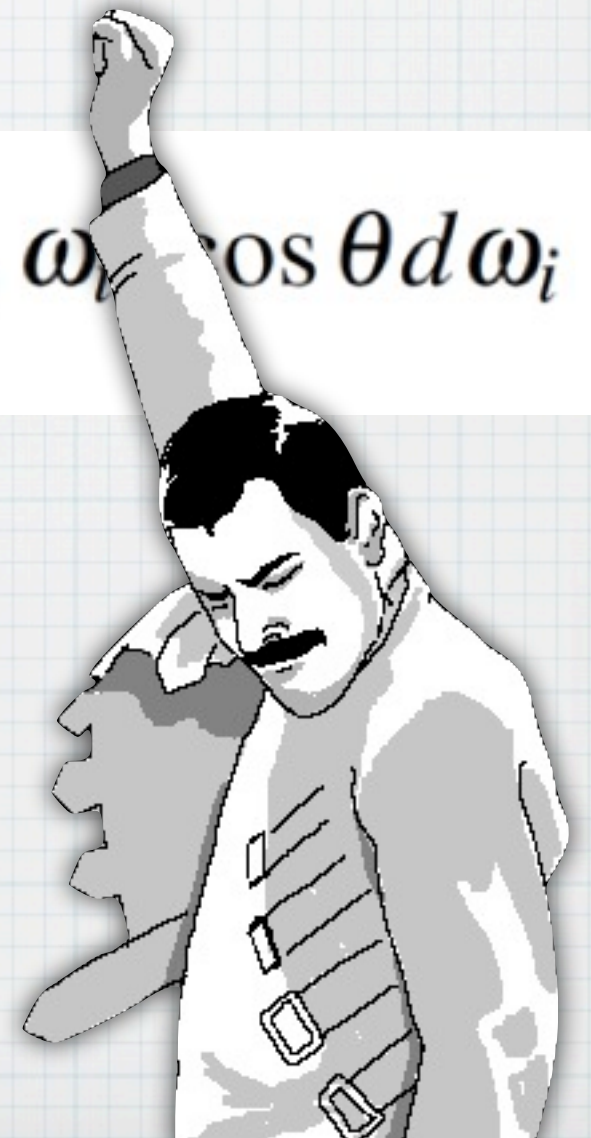


Rendering Equation

$$L_o(p, \omega_o) = L_e(p, \omega_o) + \int_{\Omega} \rho(p, \omega_i, \omega_o) L_i(p, \omega_i) \cos \theta d\omega_i$$

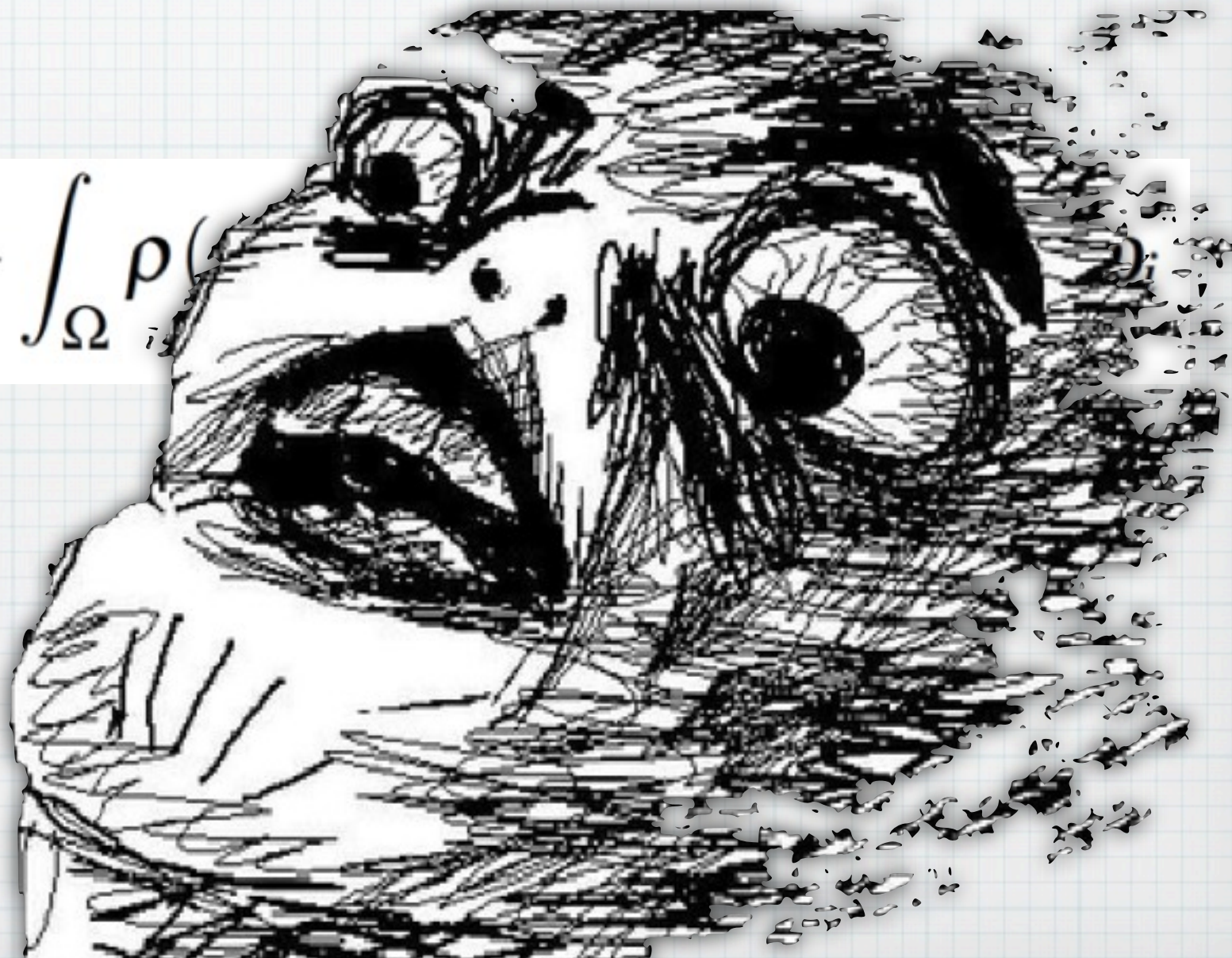
Rendering Equation!

$$L_o(p, \omega_o) = L_e(p, \omega_o) + \int_{\Omega} \rho(p, \omega_i, \omega_o) L_i(p, \omega_i) \cos \theta d\omega_i$$



WAT ?!

$$L_o(p, \omega_o) = L_e(p, \omega_o) + \int_{\Omega} \rho_i$$



Rendering Equation

$$L_o(p, \omega_o) = L_e(p, \omega_o) + \int_{\Omega} \rho(p, \omega_i, \omega_o) L_i(p, \omega_i) \cos \theta d\omega_i$$

Outgoing
light

Emitted
light

Sum over
all
directions

BRDF

Incoming
light

Lambert

Tas daiktas kurį
rašo integralų gale

Žodžiu,

- * Taške p , kryptimi ω_0 išeinanti šviesa:
- * Skleidžiama šviesa, plius
- * Iš visų pusių ateinanti šviesa,
- * Kuria taškas p kažkaip atspindi kryptimi ω_0

Žodžiu,

- * Taške p , kryptimi ω_0 išeinanti šviesa:
 - * šviesos šaltiniai
 - * visibility
 - * BRDF

BRDF

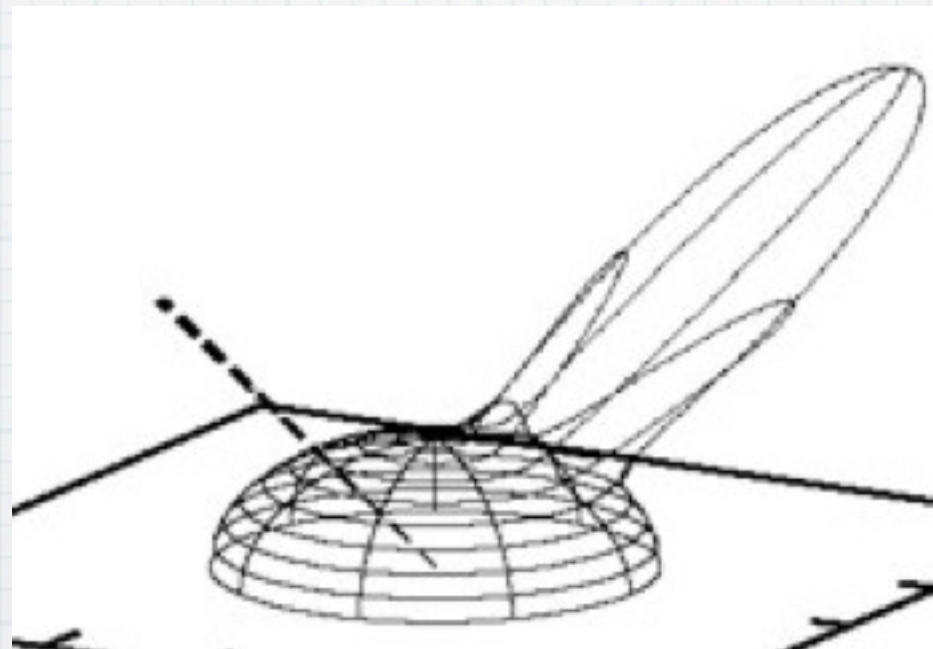
- * Kaip paviršius atspindi šviesą?
- * 0 jei ateina šviesa kryptimi ω_o , tai kiek jos atspindėti link krypties ω_i ?

Lambert

- * BRDF = tiesiog kažkoks skaičius
- * “Nesvarbu nei iš kur nei į kur šviesa eina, visur atspindėsiu vienodai”
- * ...tiesą sakant jokia tikra medžiaga neturi tokio BRDF

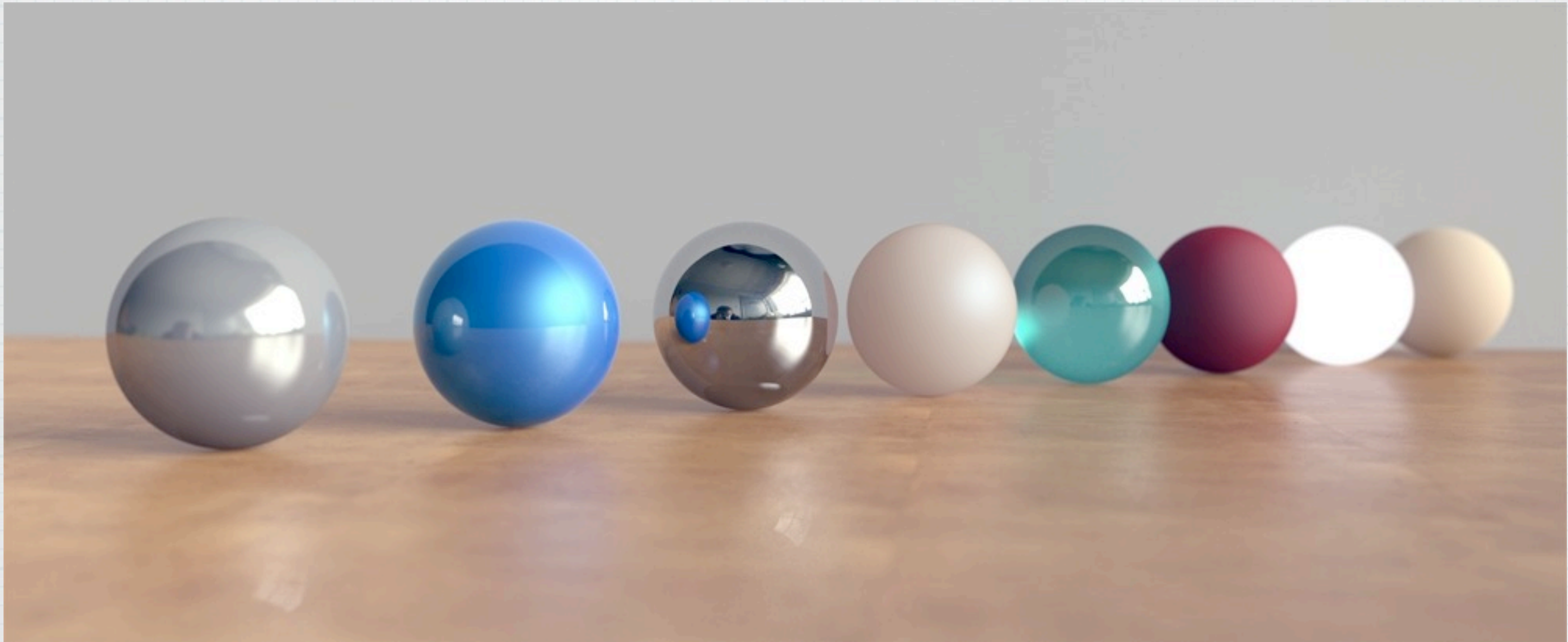
Phong

- * “Atspindėsiu kažkiek šviesos maždaug atspindžio kryptimi”



- * ...vėlgi, jokia tikra medžiaga nėra Phong

Visokie BRDF



Source: Arnold user guide

Žaidimuose

- * Seniau: Lambert + Blinn Phong
- * Dabar: Lambert + Cook Torrance
 - * ...bet "physically based"!
- * Kiti: Oren Nayar, ...

Fizika parentas apšvietimas

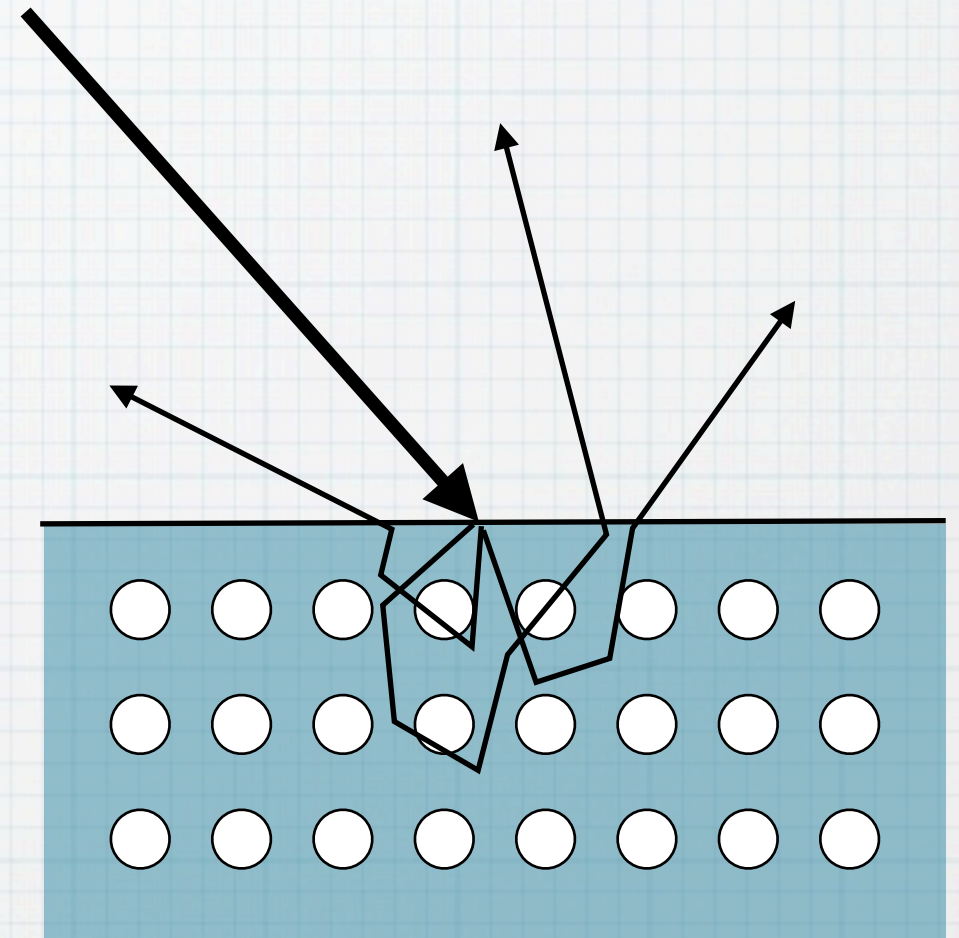
(Physically Based Lighting)

Melas

- * Lambert, Phong - visa tai yra pramanai
- * Iš tikro šviesa veikia kiek kitaip :)

Difuzinis atspindys

- * “Šviesa išskaidoma į visas puses”
- * Taip yra dėl šviesos, truputį patenkančios į objekto vidų
- * Lamberto N.I

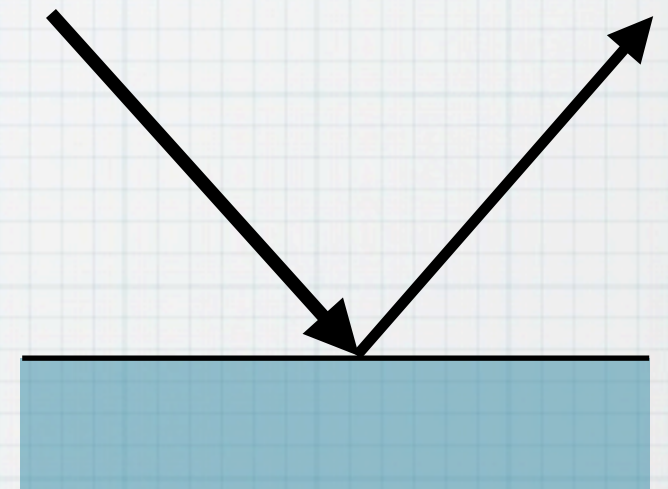


Difuzinis atspindys

- * Metalai neturi difuzinio atspindžio!
- * Daugelyje kietų medžiagų šviesa patenka labai negiliai - galima manyti, kad atspindima tame pačiame taške
- * Išimtys - oda ir t.t., kur viskas sudėtingiau

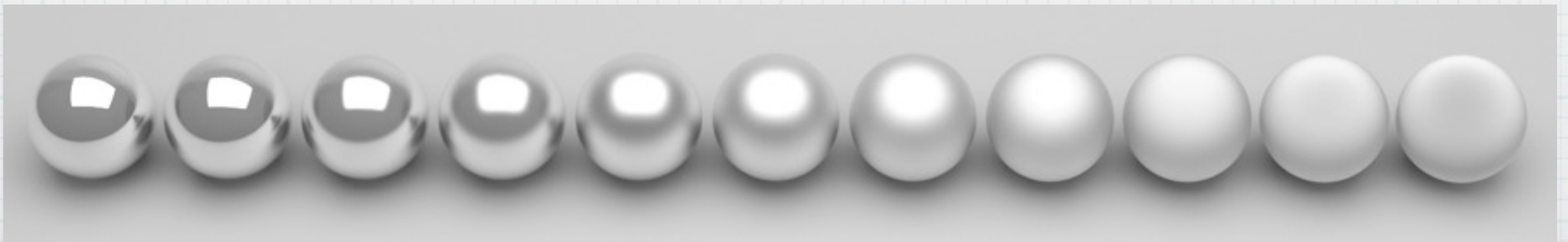
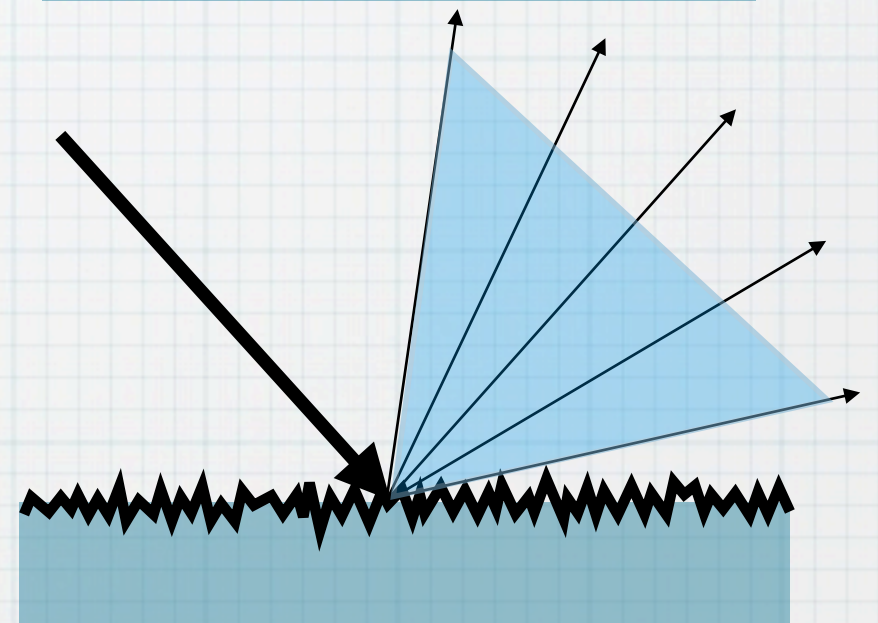
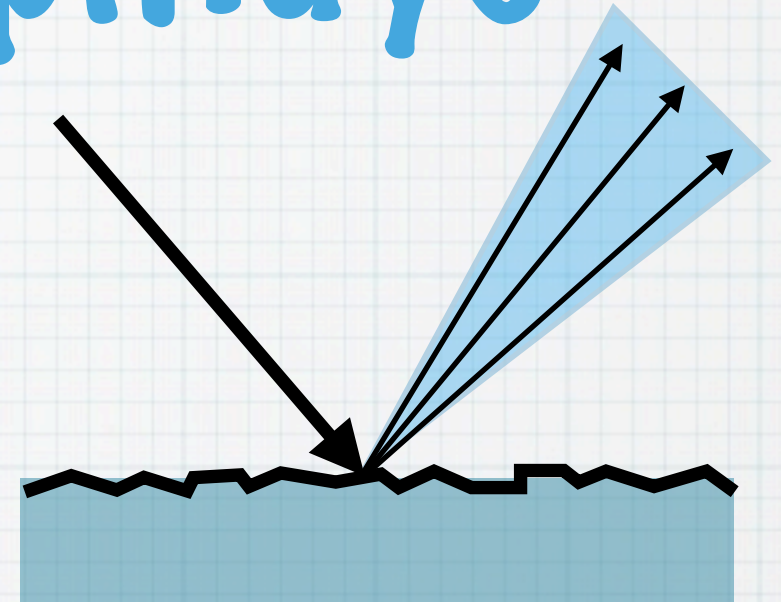
Veidrodinis atspindys

- * Šviesa atsispindi nuo paviršiaus
- * Atspindėtu kampu
- * ...jei paviršius idealiai lygus



Veidrodinis atspindys

- * Daugelis paviršių nėra idealiai lygūs
- * Kuo grubesnis paviršius, tuo įvairesniais kampais šviesa atsispindi



Veidrodinis atspindys

- * Metalai: turi tik veidrodinį atspindį!
- * Metaluose veidr. atspindys įgauna pačio metalo spalvą
- * Ne-metaluose veidr. atspindys yra pačios šviesos spalvos

Fresnel efekts

- * Veidrodinis atspindys tuo stipresnis, kuo gulsčiau žiūrima į paviršių

Daug
atspindžio



Mažai
atspindžio

Fresnel efektas

Fresnel Reflectance

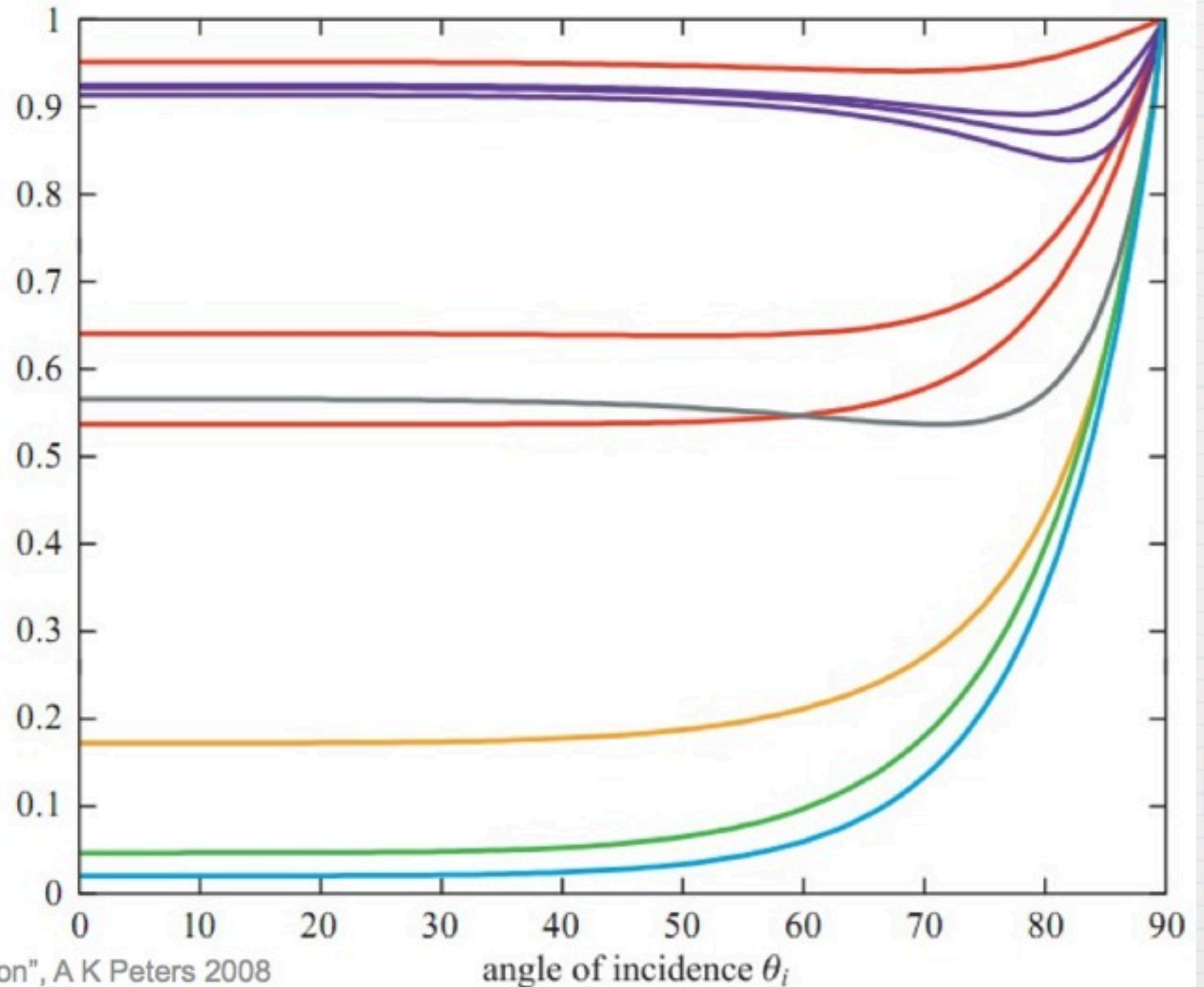


Image from "Real-Time Rendering, 3rd Edition", A K Peters 2008

Fresnel efektas

Nemetalias



Metalias



Šešėliai

Battlefield 3



Portal 2



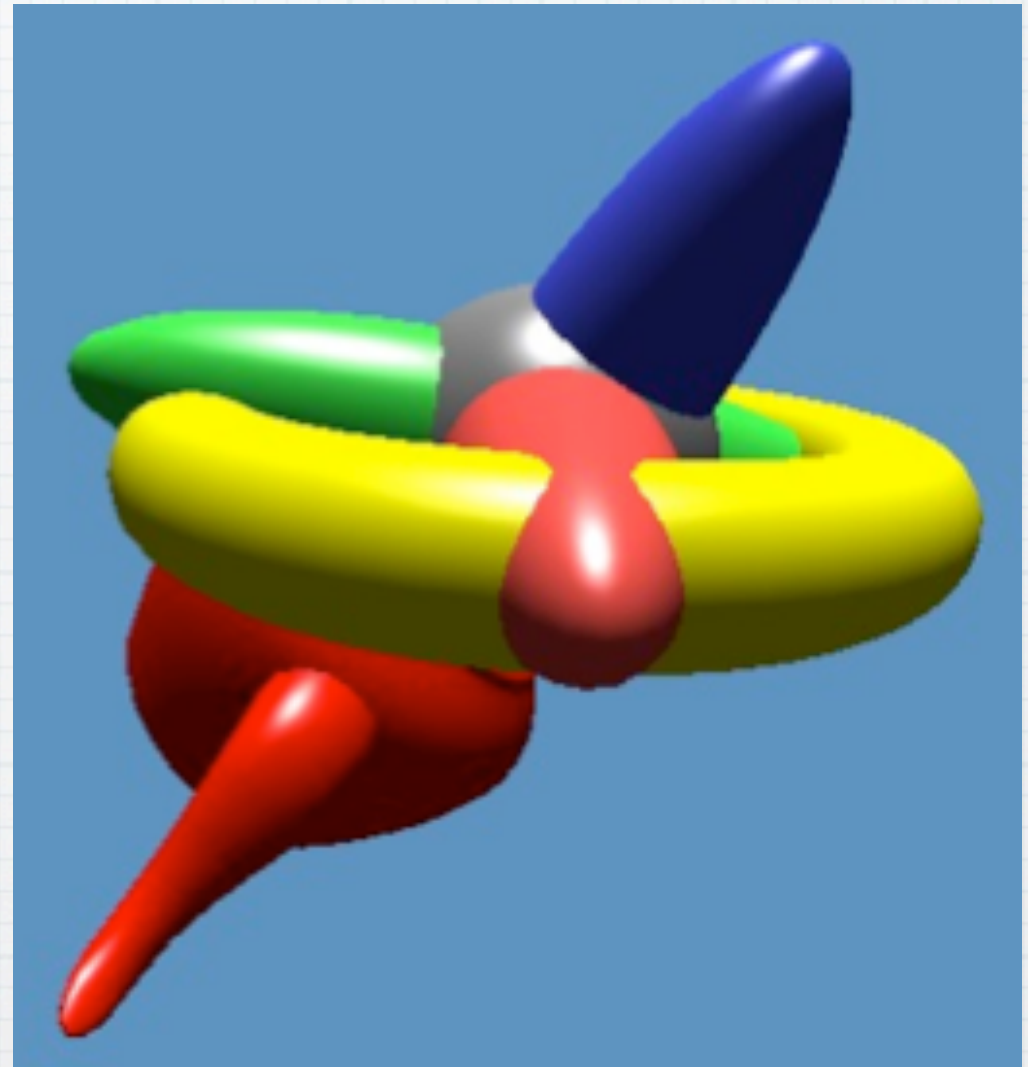
Angry Birds



* well, nope ;)

Shadow mapping

* Be šešėlių



Atstumas nuo šviesos

- * Žiūrint nuo šviesos šaltinio
- * Atstumas iki artimiausio paviršiaus
- * Šita tekstūra yra "shadow map"



Atstumo palyginimas



Atstumas iki
artimiausio
šviesai
paviršiaus



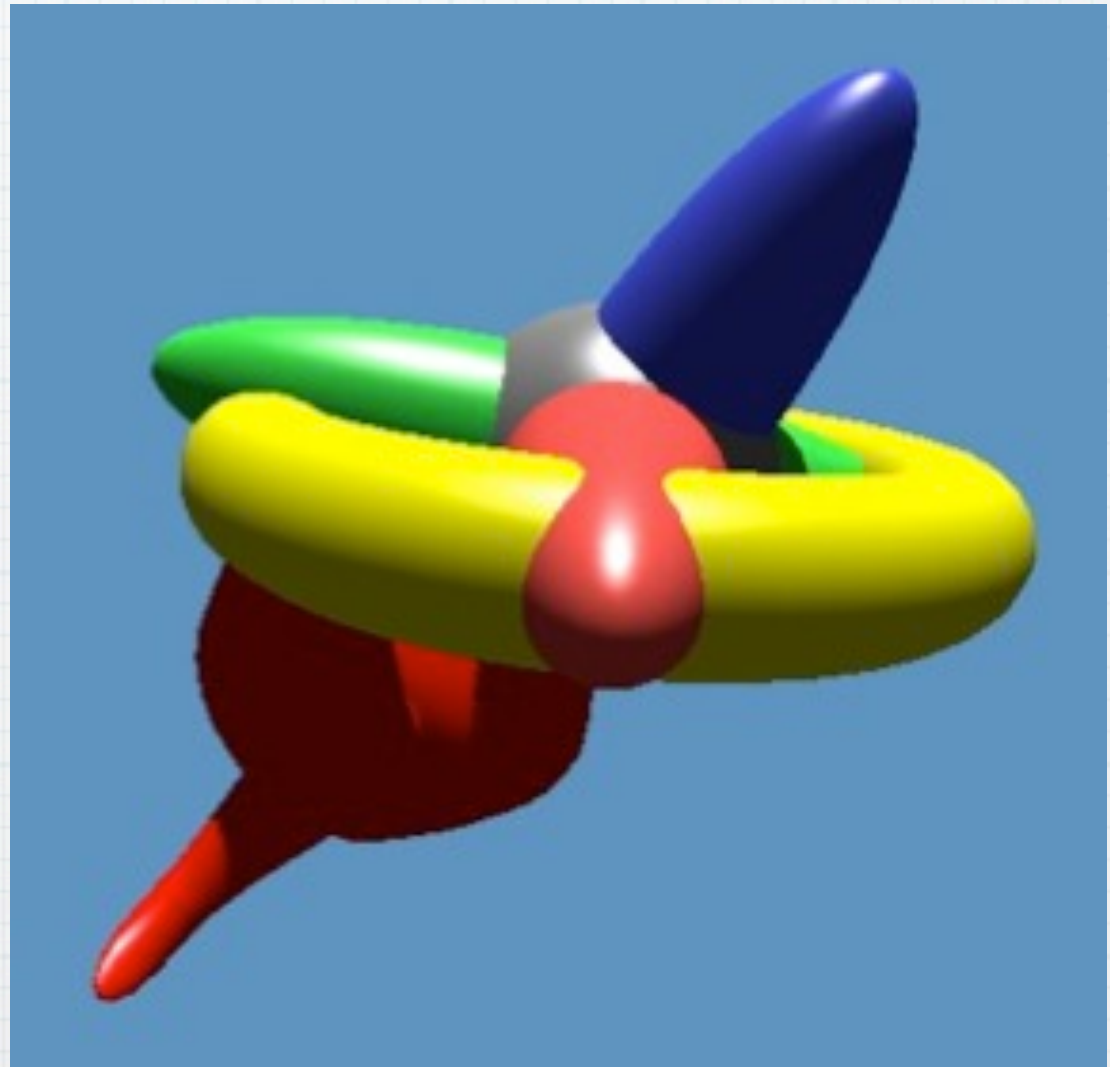
Atstumas iki
vaizduojamo
paviršiaus



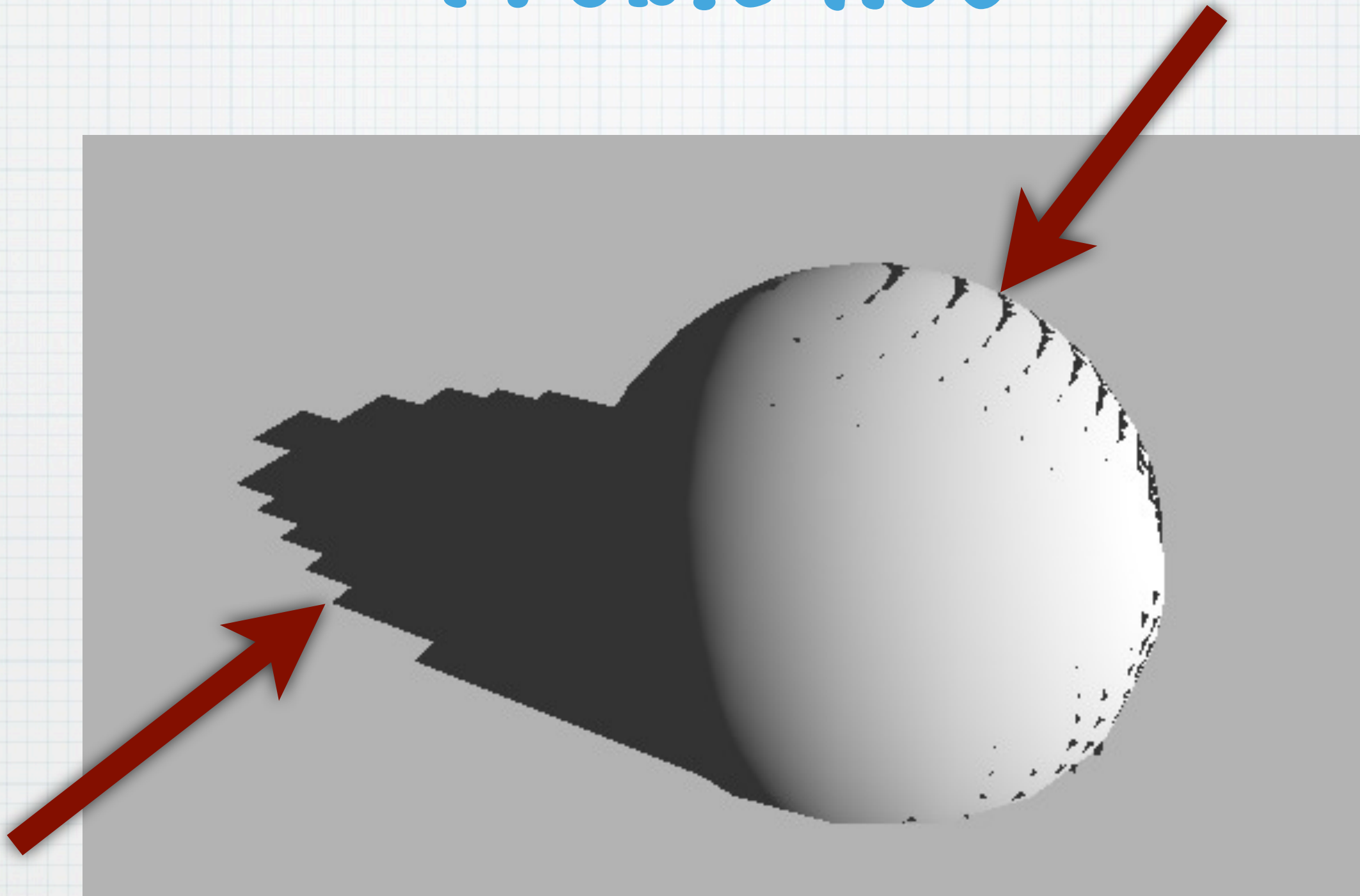
Jei kažkas
yra arčiau
šviesos,
tai mes
šešėlyje!

Rezultatas

* Yay shadows!



Problemos



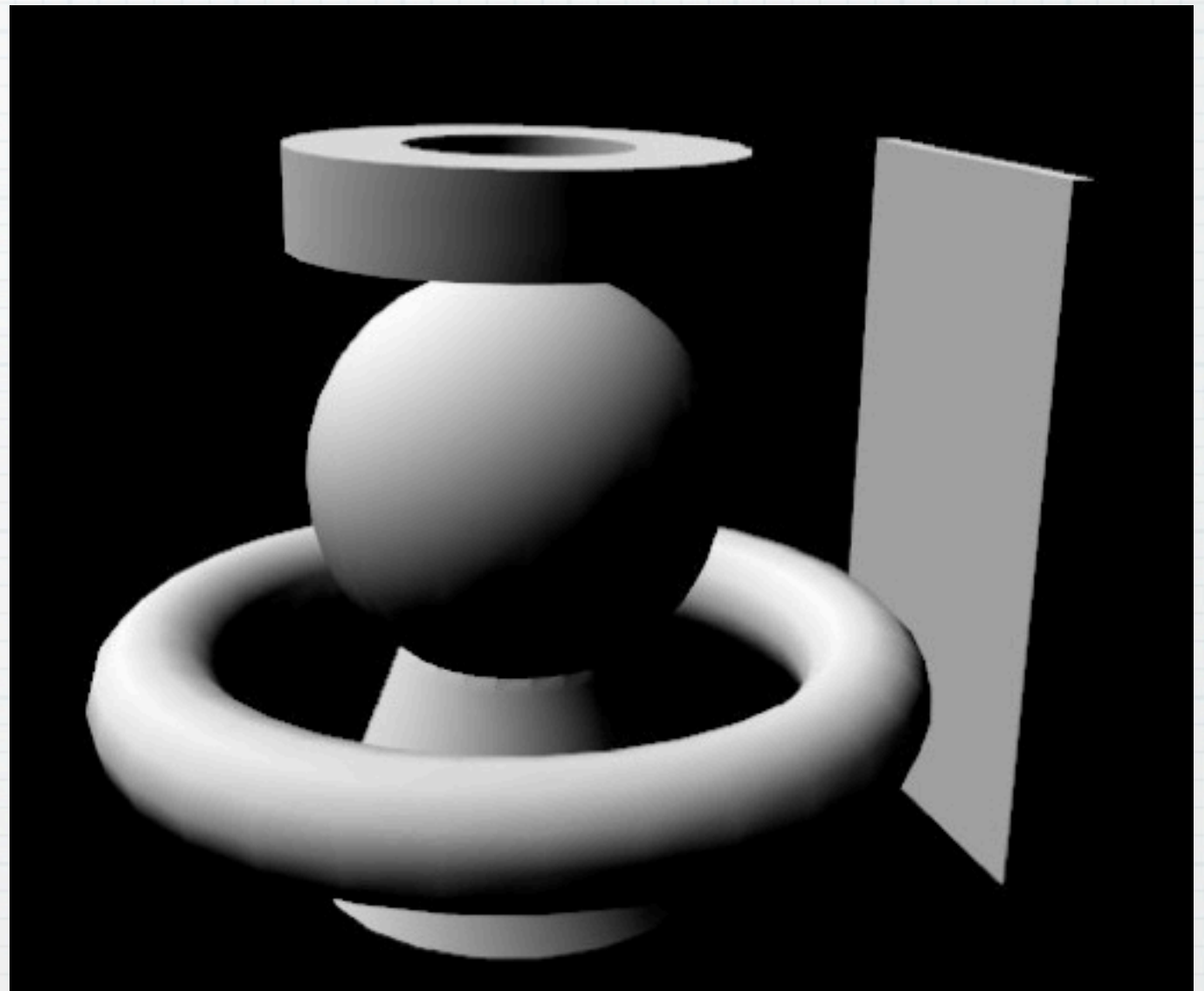
Sprendimai

- * Resolution aliasing
 - * Cascaded Shadow Maps
- * Projection aliasing (shadow acne)
 - * Bias, gradient, ...
- * Shadow filtering
 - * Percentage Closer Filter (PCF)
 - * Variance Shadow Maps, Exponential Shadow Maps, ...

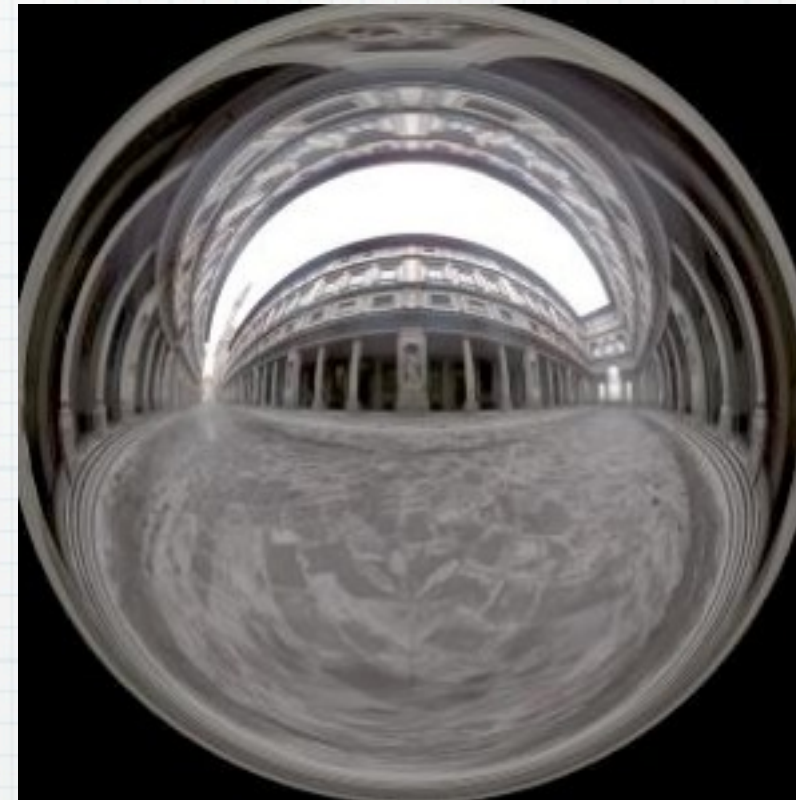
Image Based Lighting

Vienas šviesos šaltinis...

- * ...retai pasitaiko realybėje
- * (nebent vaizduojam mėnulį?)

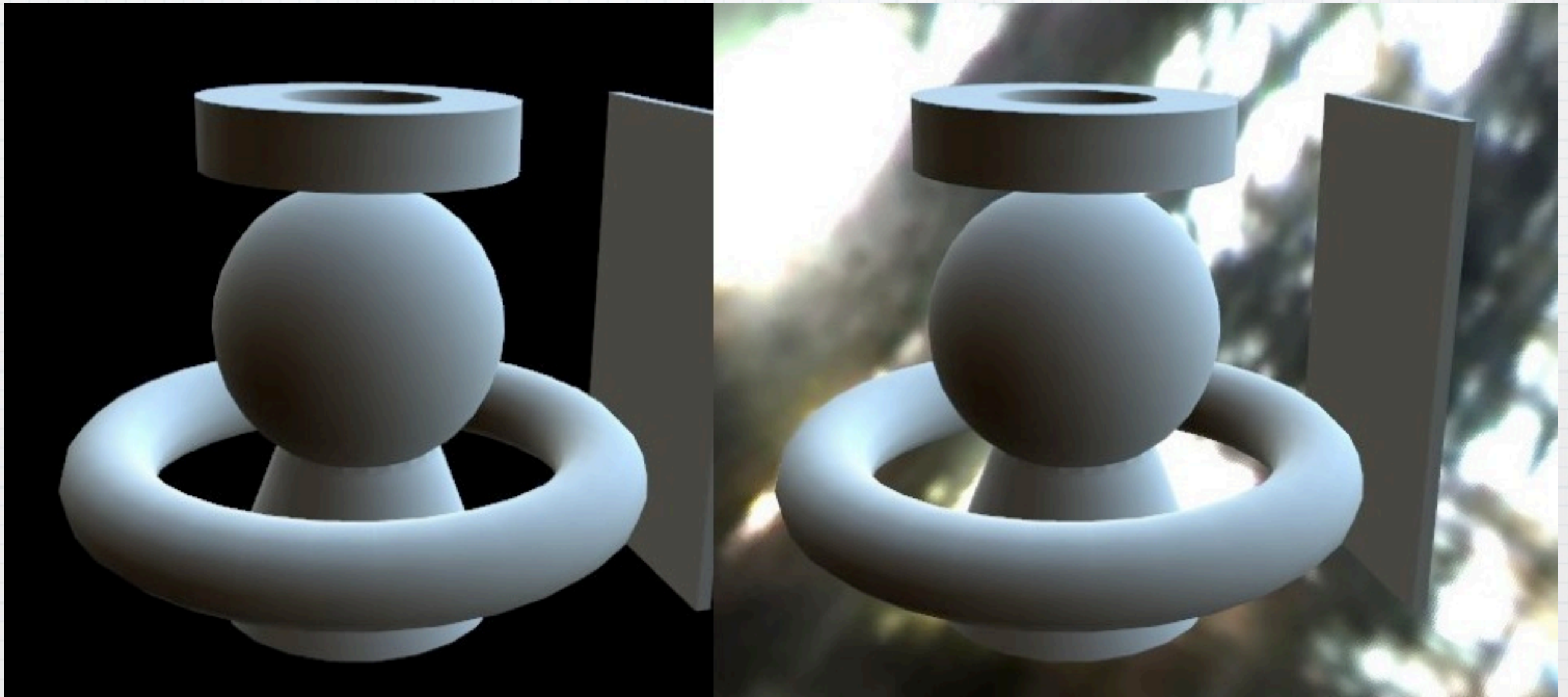


Kiek čia šviesos šaltinių?



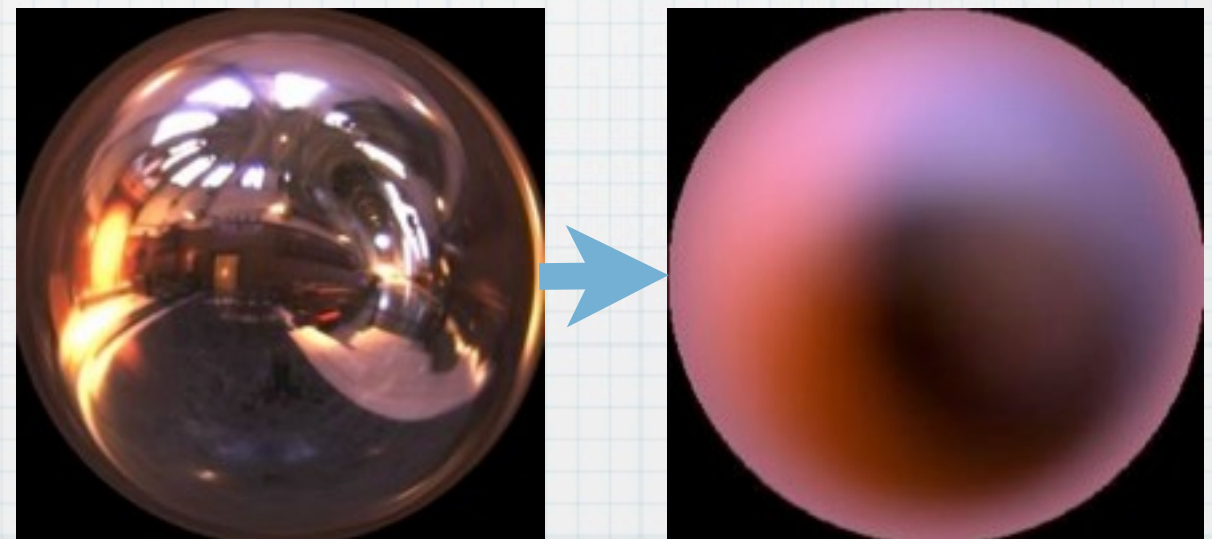
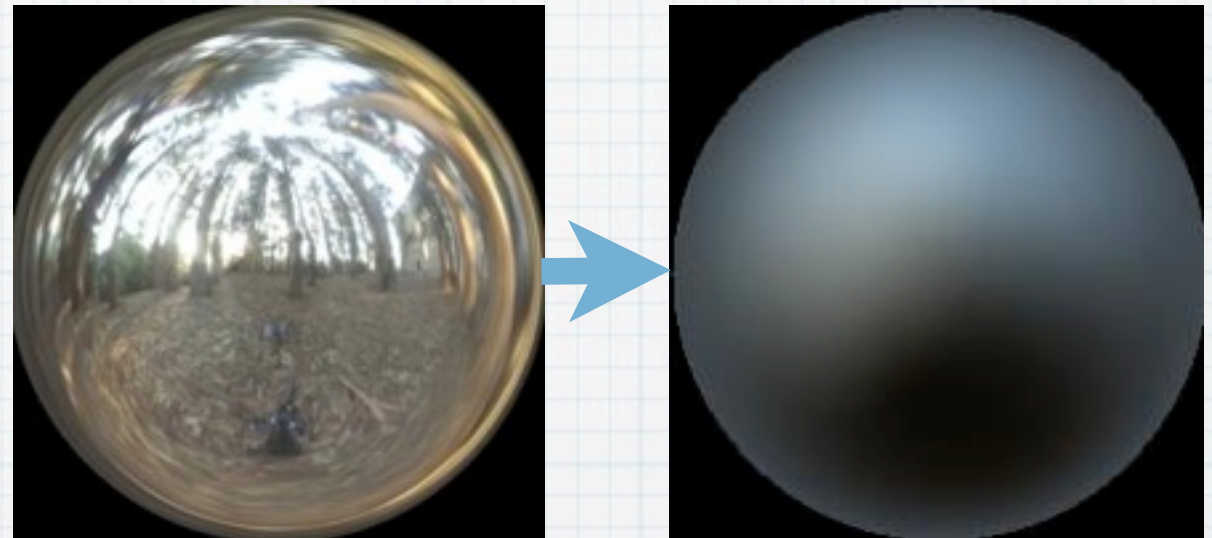
* Atsakau: daug!

Environment Map Lighting



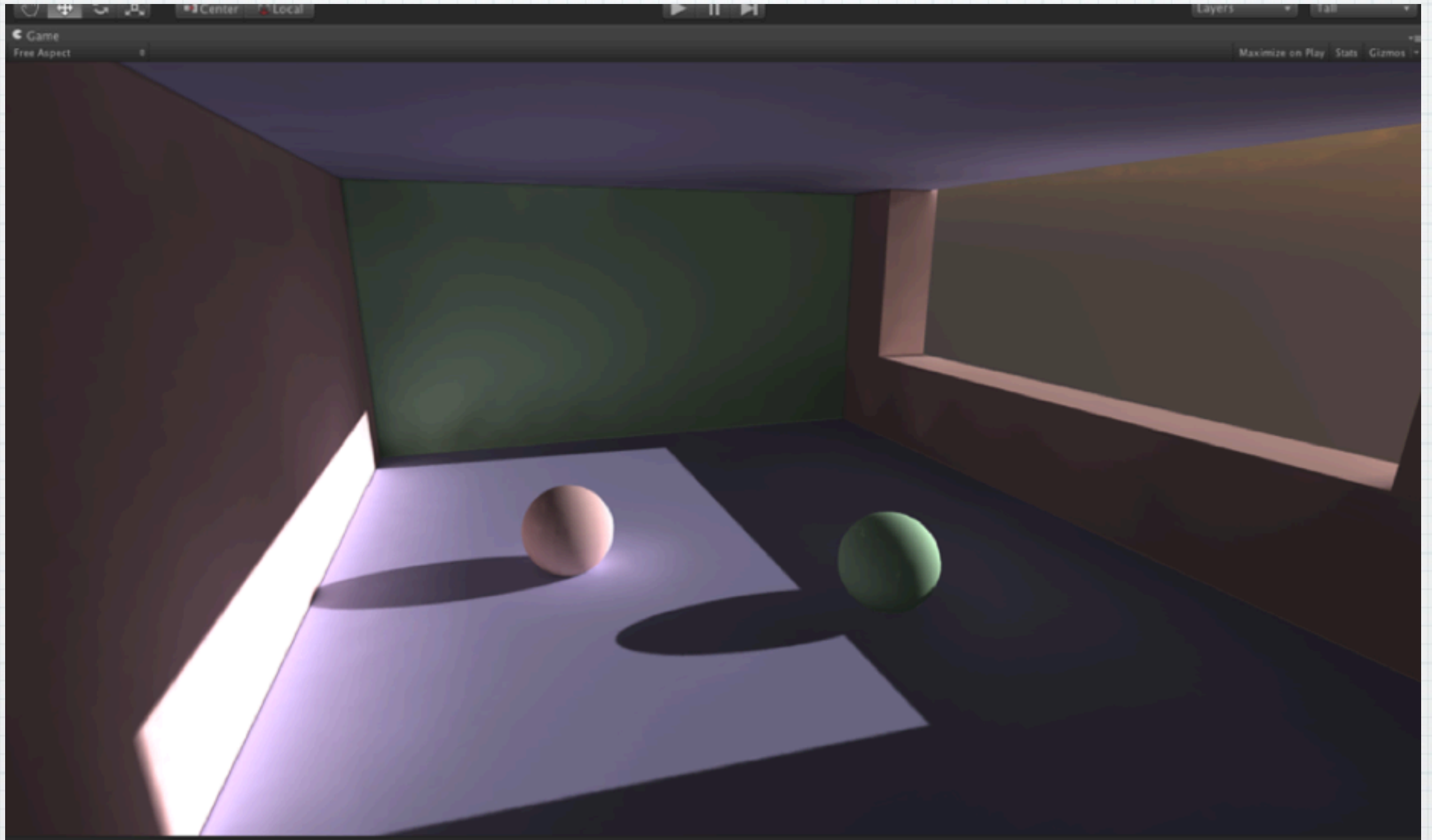
Environment Map Lighting

- * Filtruoti
- * Cubemap arba
Spherical Harmonics
- * Lookup by normal
- * ...
- * Profit!



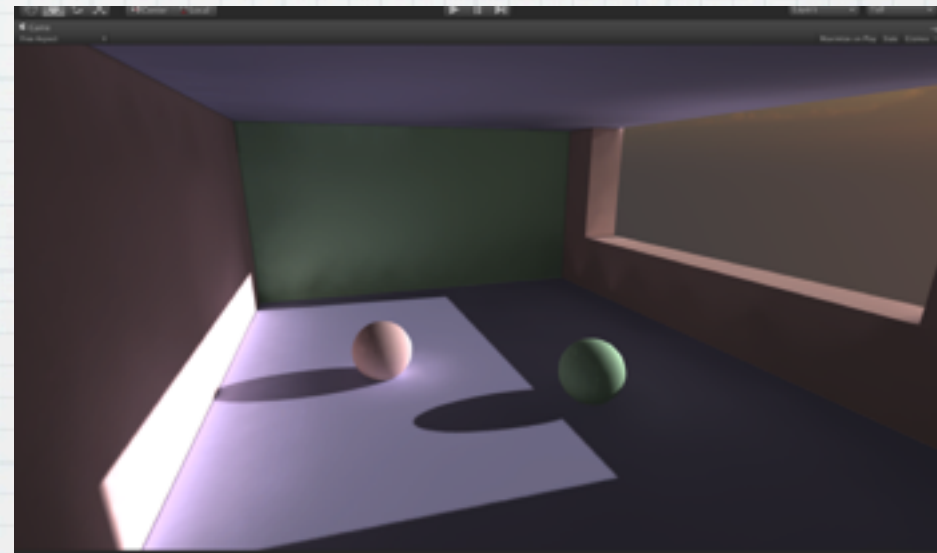
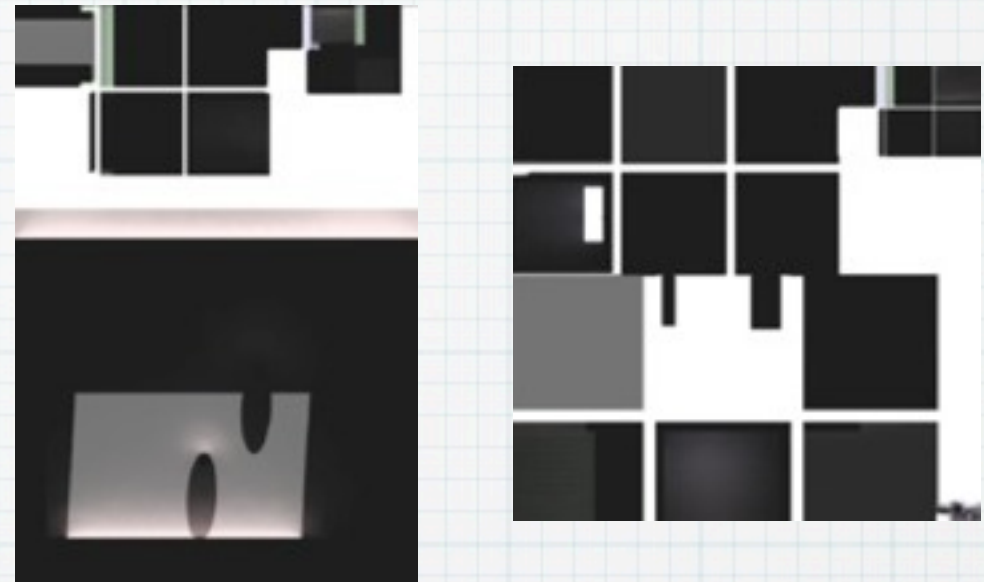
Globalus apšvietimas

Lightmaps



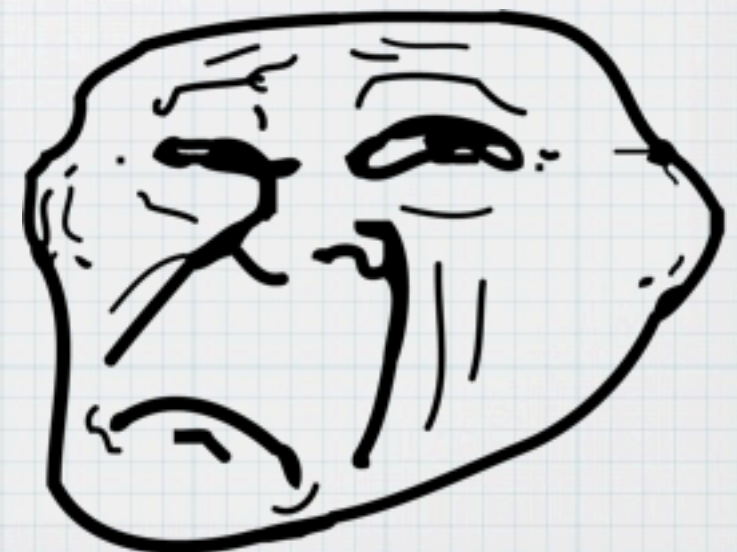
Lightmaps

- * Jei apšvietimas nesikeičia...
- * Ir jei scena nesikeičia...
- * Galutinį apšvietimą apskaičiuojam ir išsaugom tekstūrose
- * Fast & nice!



pala pala...

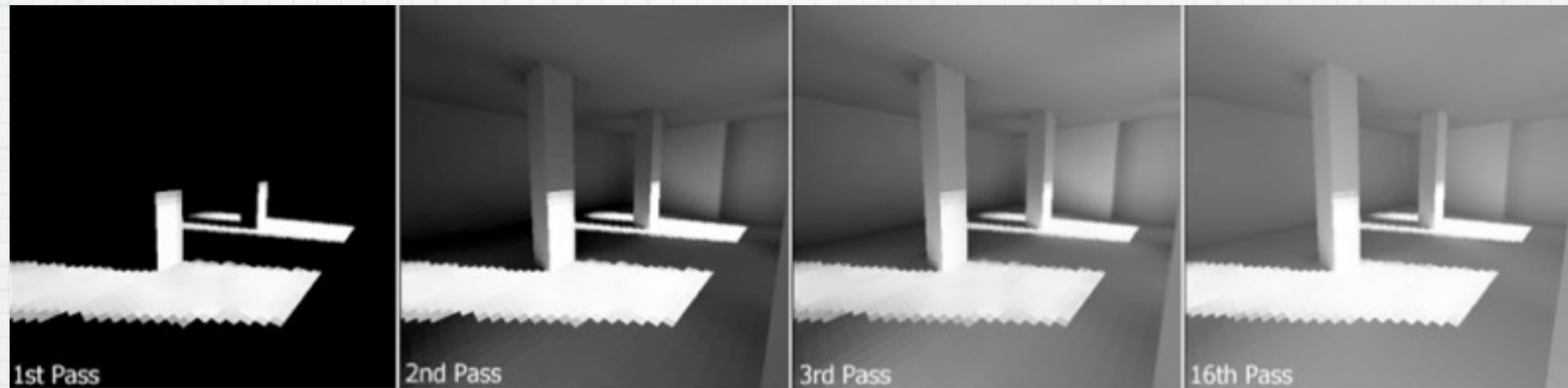
- * 0 jei šviesa keičiasi?
- * 0 jei objektai juda?
- * Apskaičiuoti lightmap'us užima begales laiko
- * Not a silver bullet!



Kaip apskaičiuoti?

- * Radiosity
- * Path Tracing
- * Photon Mapping
- * ...

Radiosity

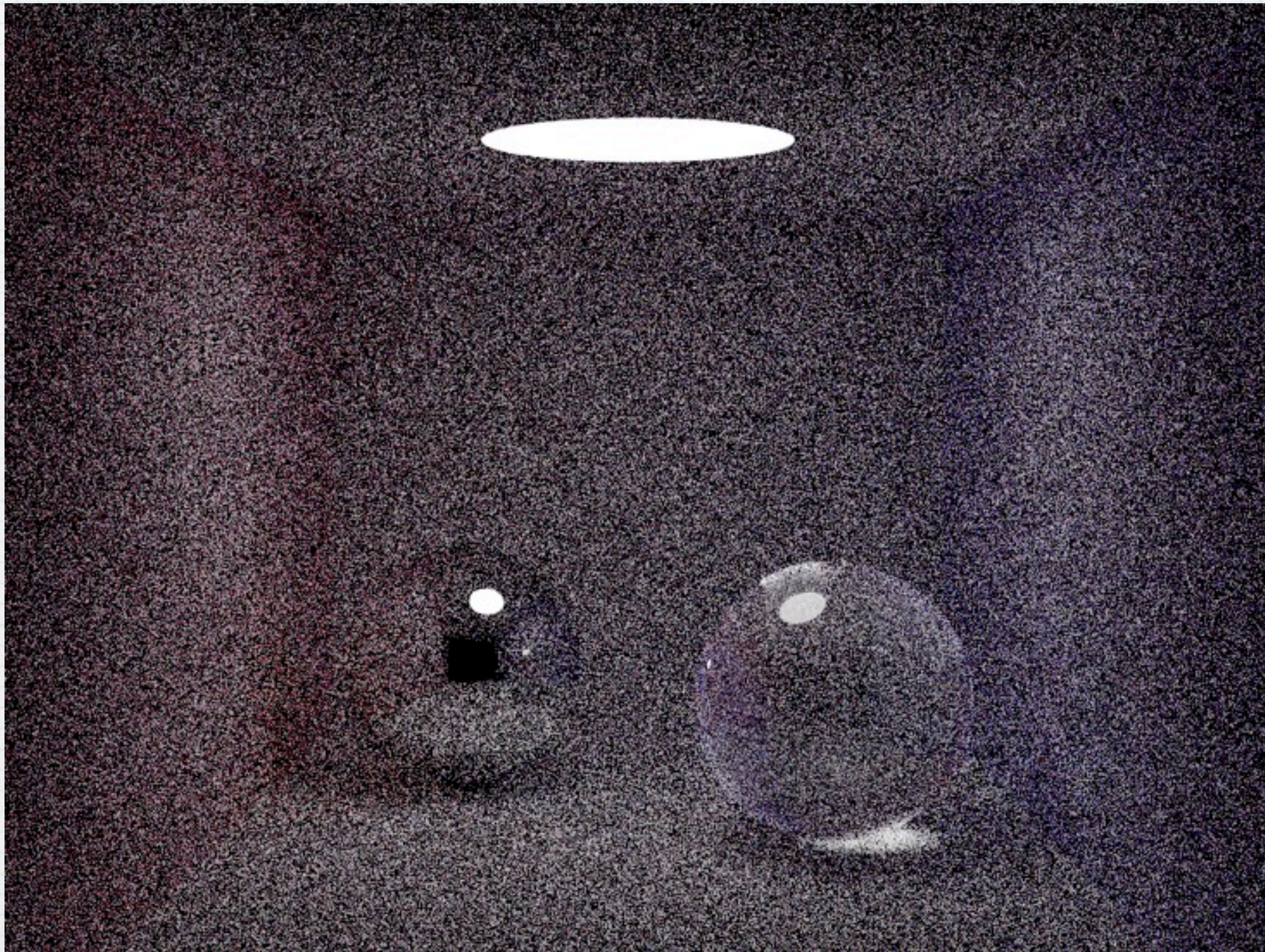


- * Suskaidom sceną i daug paviršiaus elementų
- * Apskaičiuojam tarpusavio matomumą tarp visų jų
- * Bounce the light around like it's 1975!

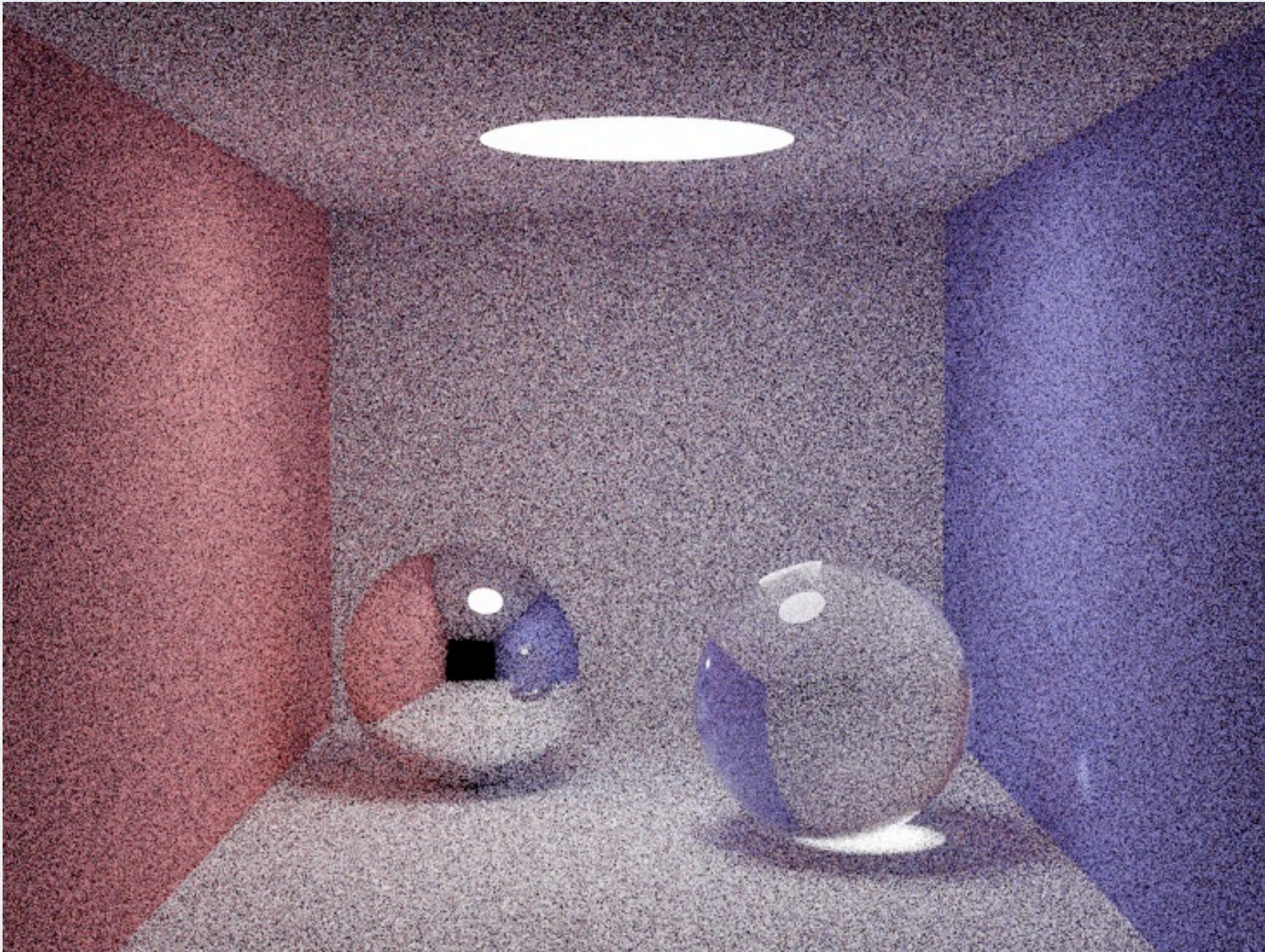
Path Tracing

- * Įprastas ray tracing: tiesioginis apšvietimas
- * Vietoj: “paleist spindulius link šviesos šaltinių...”
- * Daryt taip: “paleist spindulius belenkur!”
- * Jei daug spindulių, galbūt kas nors gausis ;)
- * Paprasta ir gana lėta...
 - * <http://www.kevinbeason.com/smallpt/>
 - * <http://www.iquilezles.org/www/articles/simplepathtracing/simplepathtracing.htm>

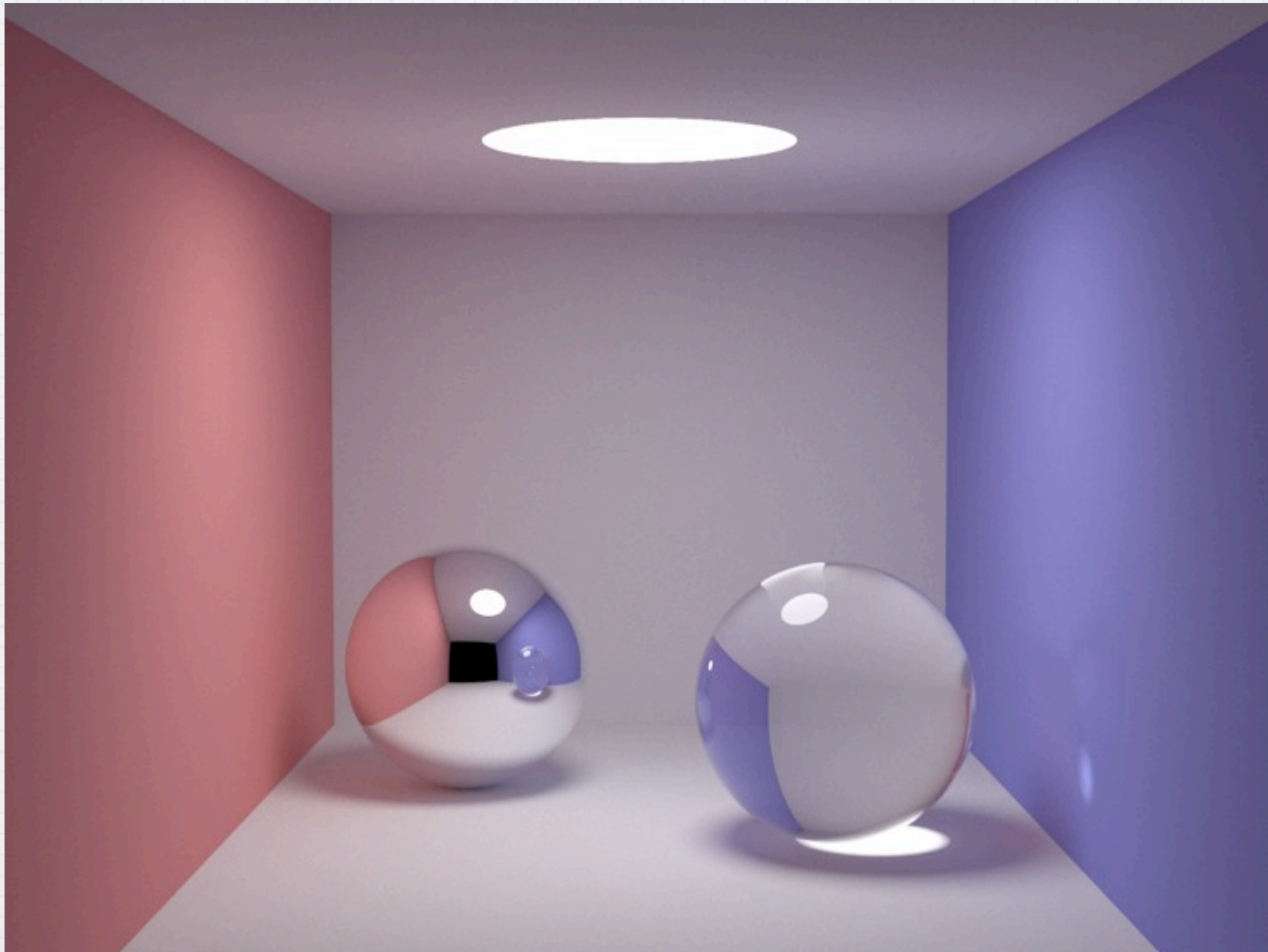
8 ray/pixel, 13 sec



40 ray/pixel, 1 min



25000 ray/pixel, 10 val



Photon Mapping

- * Cast a bunch of “photons” from light sources, remember where they hit the scene (“photon map”)
- * Ray tracing, bet taip pat naudoti photon map kad nustatyti globalų apšvietimą

Literatūra

- * google.com
- * Physically Based Rendering; Pharr, Humphreys; 2010
- * Real-Time Rendering 3rd ed; Akenine-Möller, Haines, Hoffman; 2008
- * <http://blog.selfshadow.com/publications/s2013-shading-course/>