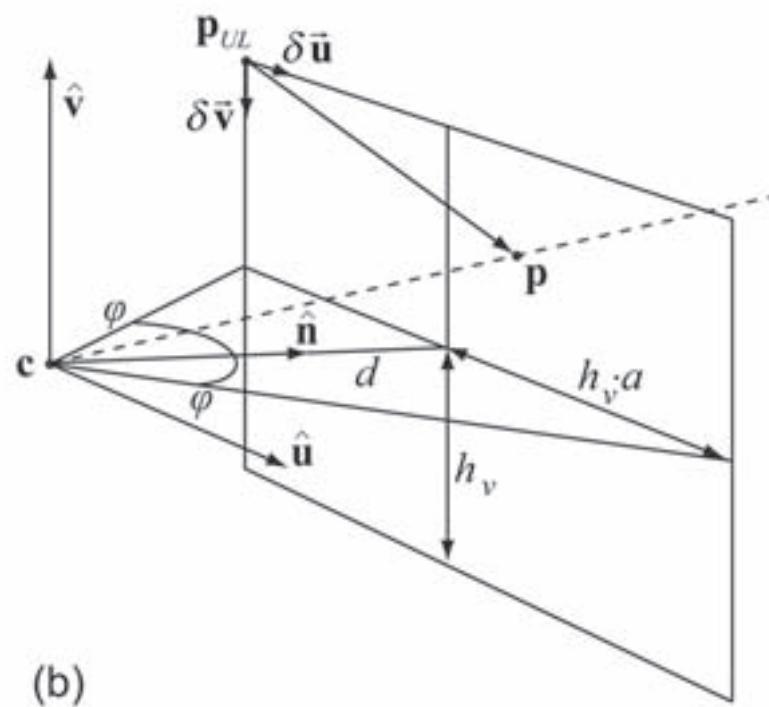
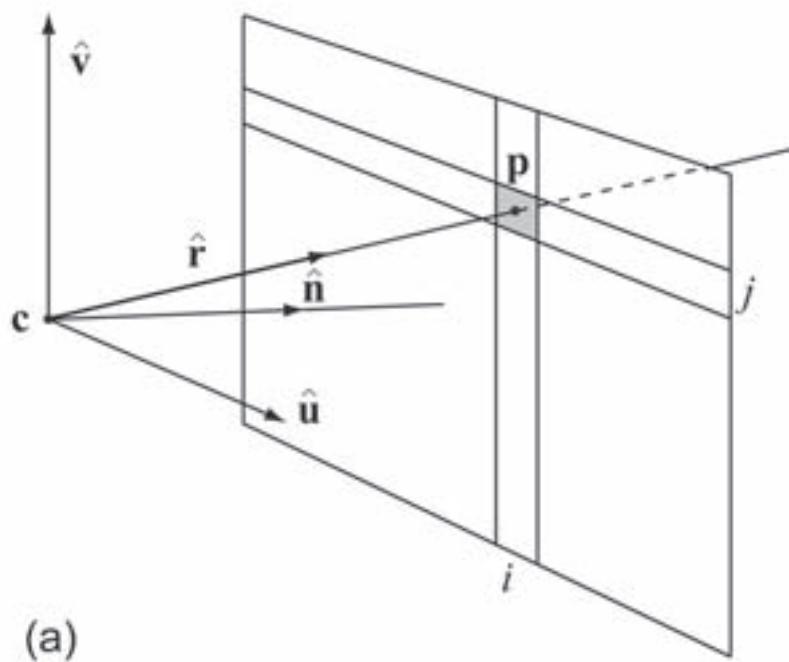


RAY TRACING

Basado en materiales de Carlos Andújar.

RAY CASTING

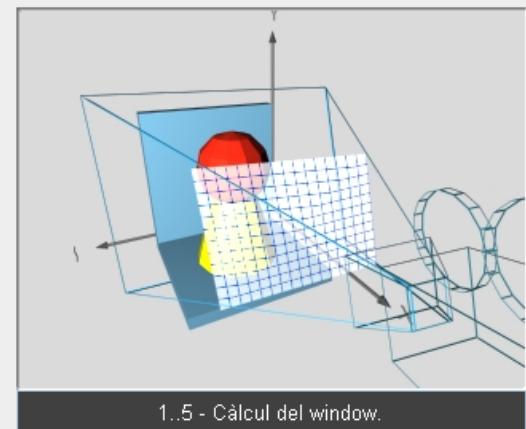
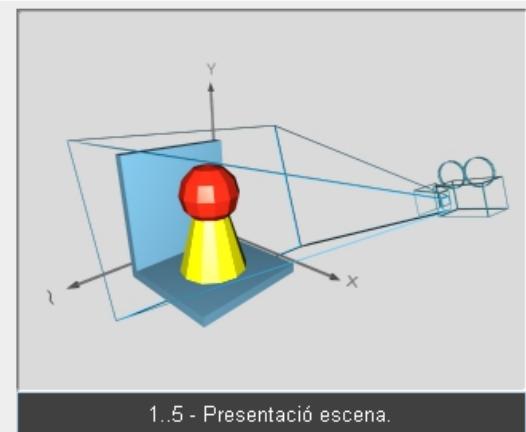


Ray-casting

```
accio ray_casting
per y en [vyM...vym] fer
    per x en [vxm...vxM] fer
        r:=calcul_raig(x,y,Obs)
        per cada cara fer
            trobar_interseccions_raig_cara
        fper
        ordenar_interseccions
    fper
fper
faccio
```

Anterior

Següent

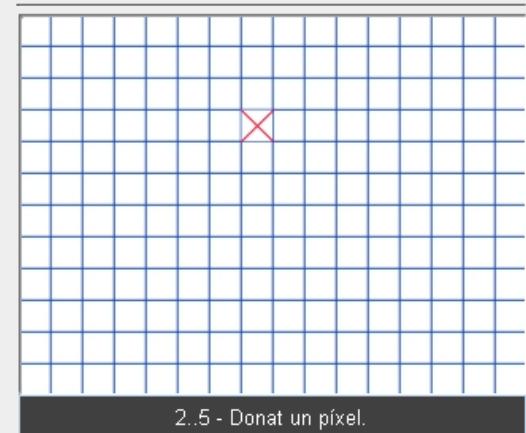


Ray-casting

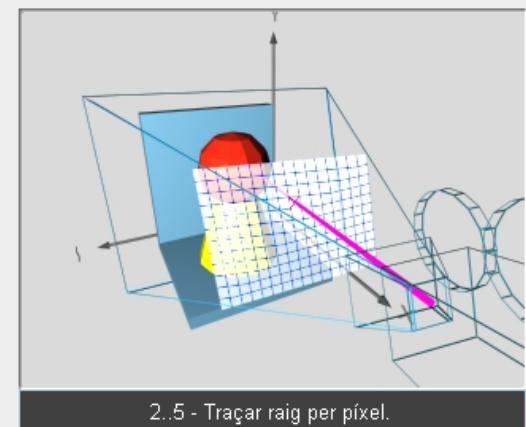
```
accio ray_casting
    per y en [vyM...vym] fer
        per x en [vxm...vxM] fer
            r:=calcul_raig(x,y,Obs)
            per cada cara fer
                trobar_interseccions_raig_cara
            fper
            ordenar_interseccions
        fper
    fper
faccio
```

Anterior

Següent



2.5 - Donat un píxel.

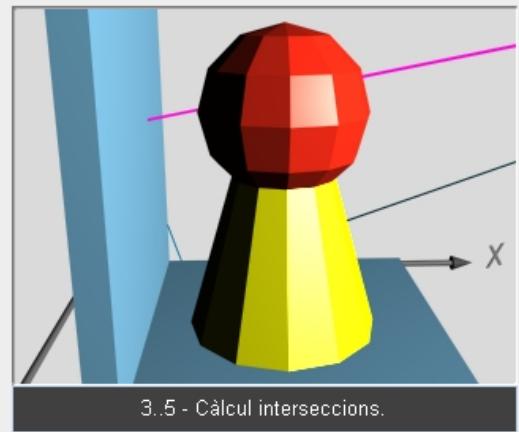


2.5 - Traçar raig per píxel.

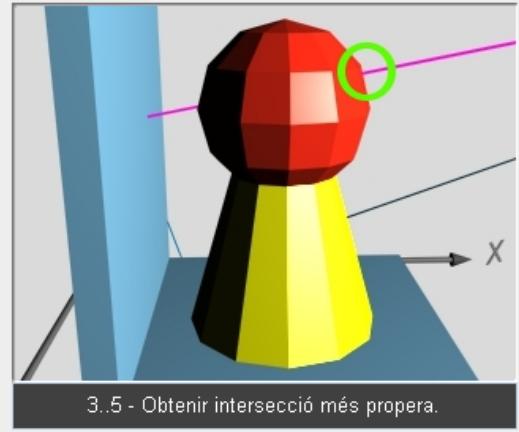
Ray-casting

```
accio ray_casting
    per y en [vyM...vym] fer
        per x en [vxm...vxM] fer
            r:=calcul_raig(x,y,Obs)
            per cada cara fer
                trobar_interseccions_raig_cara
            fper
            ordenar_interseccions
        fper
    fper
faccio
```

[Anterior](#) [Següent](#)



3.5 - Càcul interseccions.



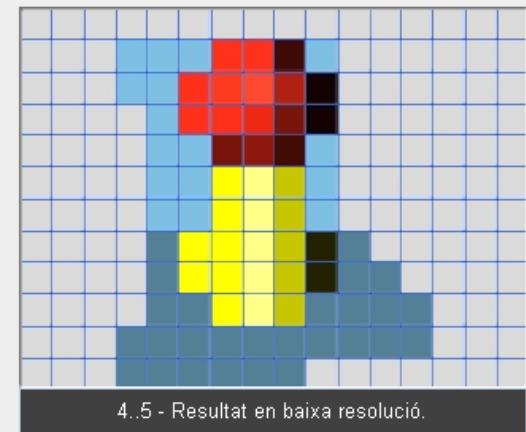
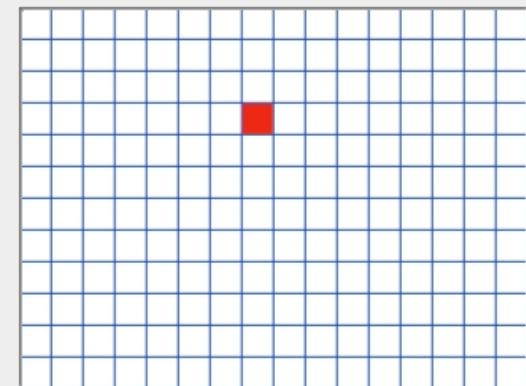
3.5 - Obtenir intersecció més propera.

Ray-casting

```
accio ray_casting
per y en [vyM...vym] fer
per x en [vxm...vxM] fer
r:=calcul_raig(x,y,Obs)
per cada cara fer
    trobar_interseccions_raig_cara
fper
ordenar_interseccions
fper
faccio
```

Anterior

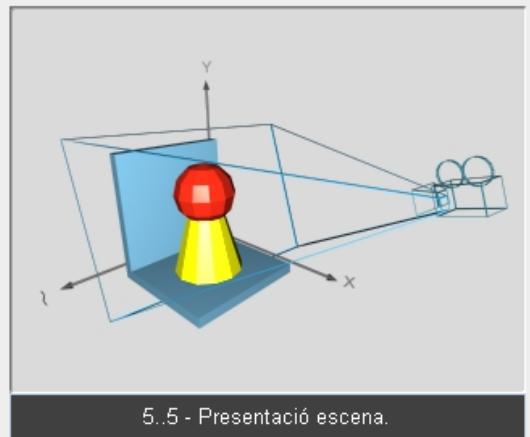
Següent



Ray-casting

```
accio ray_casting
    per y en [vyM...vym] fer
        per x en [vxm...vxM] fer
            r:=calcul_raig(x,y,Obs)
            per cada cara fer
                trobar_interseccions_raig_cara
            fper
            ordenar_interseccions
        fper
    fper
faccio
```

[Anterior](#) [Següent](#)



RAY TRACING

Color d'un punt P

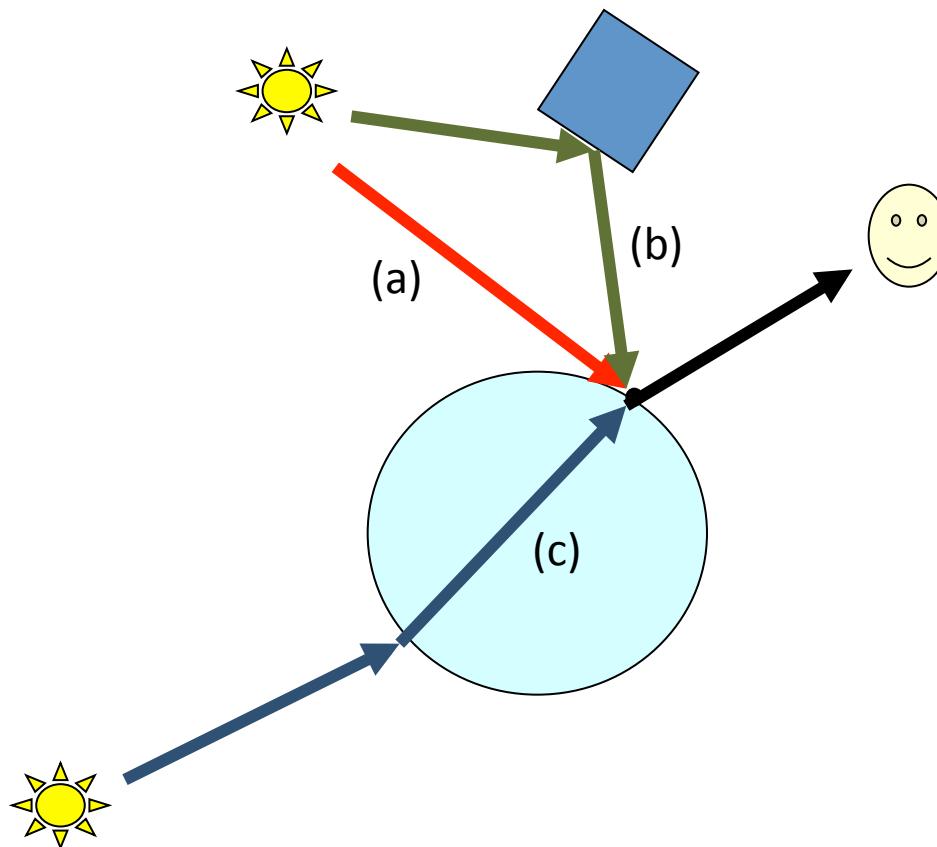
- El color amb que un determinat observador veu un cert punt P es calcula:

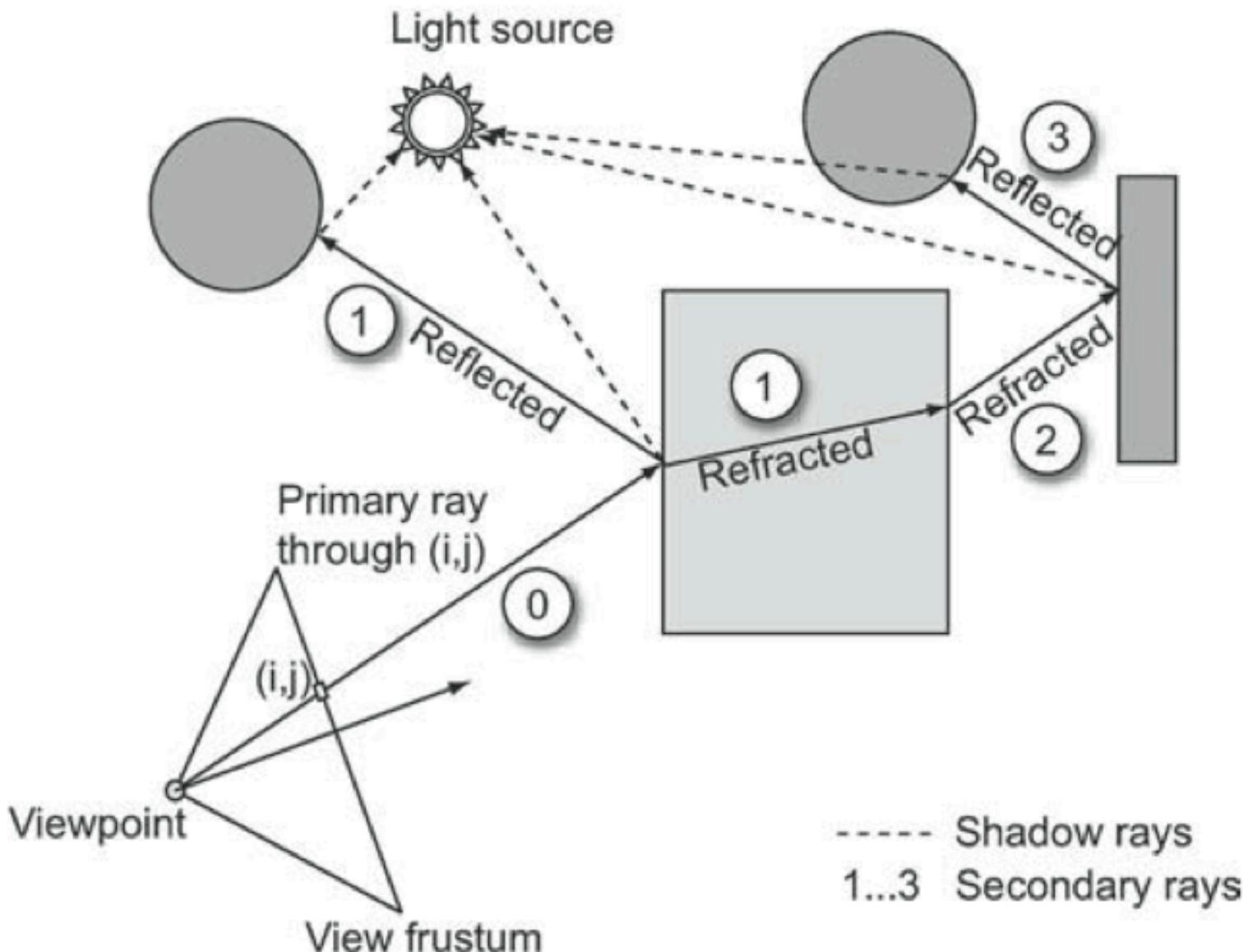
$$I(P) = I_D(P) + I_R(P) + I_T(P)$$

- $I_D(P)$ és color degut a la **llum directa** dels focus.
- $I_R(P)$ és color degut a la **llum indirecta que es reflecteix** a P en direcció cap a l'observador.
- $I_T(P)$ és color degut a la **llum indirecta que es transmet** des de P en direcció cap a l'observador.

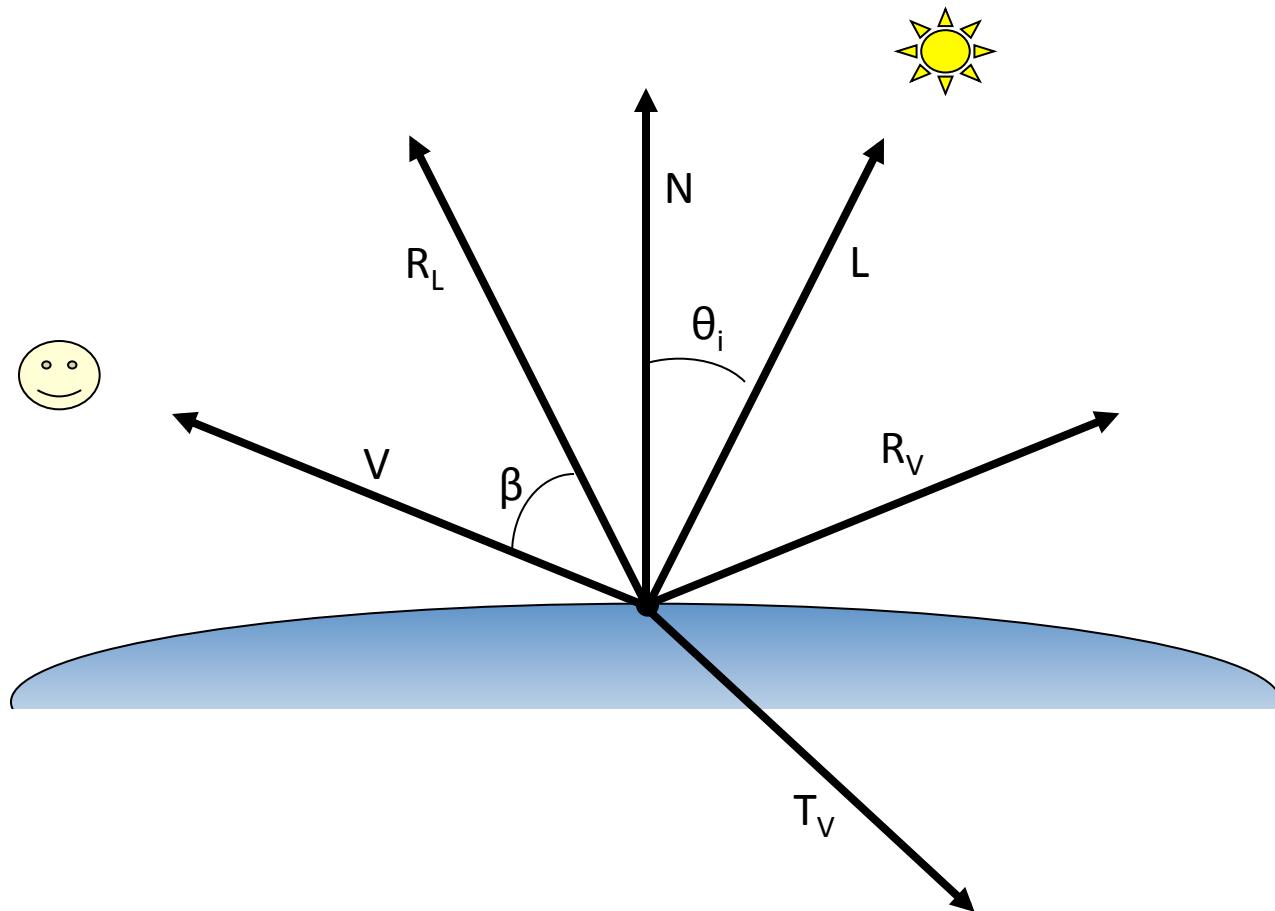
Color d'un punt P

$$I(P) = I_D(P) + I_R(P) + I_T(P)$$





Color d'un punt P: notació

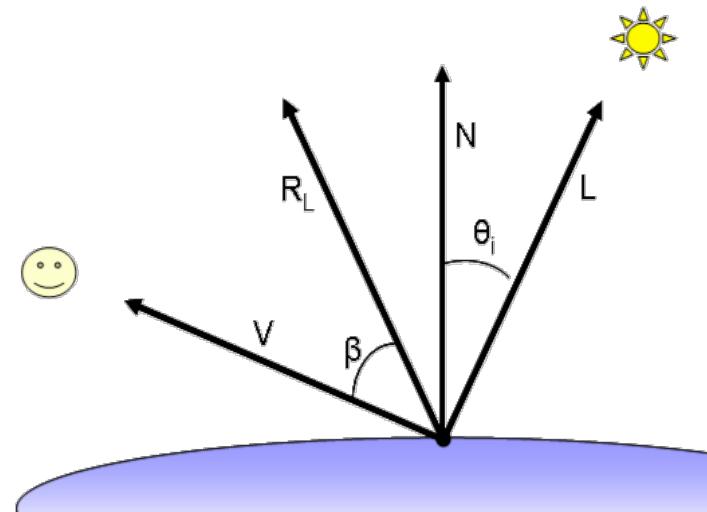


Contribució llum directa I_D

$$I(P) = I_D(P) + I_R(P) + I_T(P)$$

$$I_D(P) = K_a I_a + K_d \sum I_L \cos(\theta_i) + K_s \sum I_L \cos^n(\beta)$$

- $\cos(\theta_i) = N \cdot L$
- $\cos(\beta) = R_L V$
- El sumatori només considera les fonts de llum no ocluïdes (ombres)
- Per més realisme podria fer-se servir una BRDF més complexa

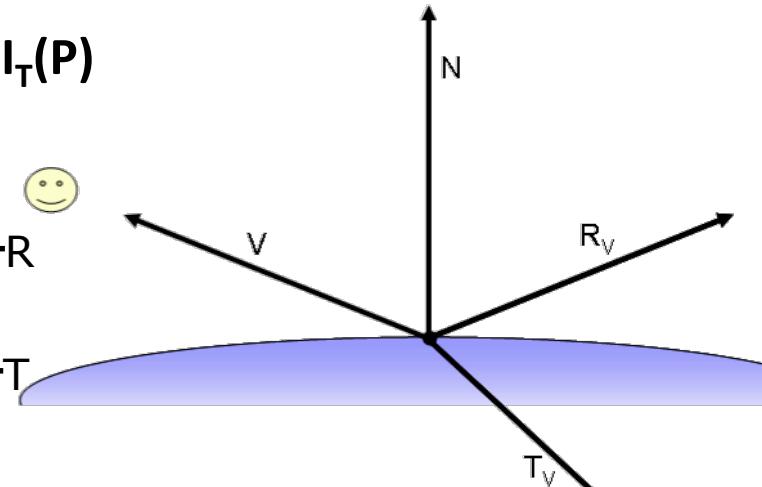


Contribución llum indirecta I_R , I_T

$$I(P) = I_D(P) + I_R(P) + I_T(P)$$

$$I_R(P) = K_R L_R$$

$$I_T(P) = K_T L_T$$



- K_R K_T coeficients empírics de reflexió/transmissió espectral
- L_R = llum que incideix en P en la direcció R_V
- L_T = llum que incideix en P en la direcció T_V

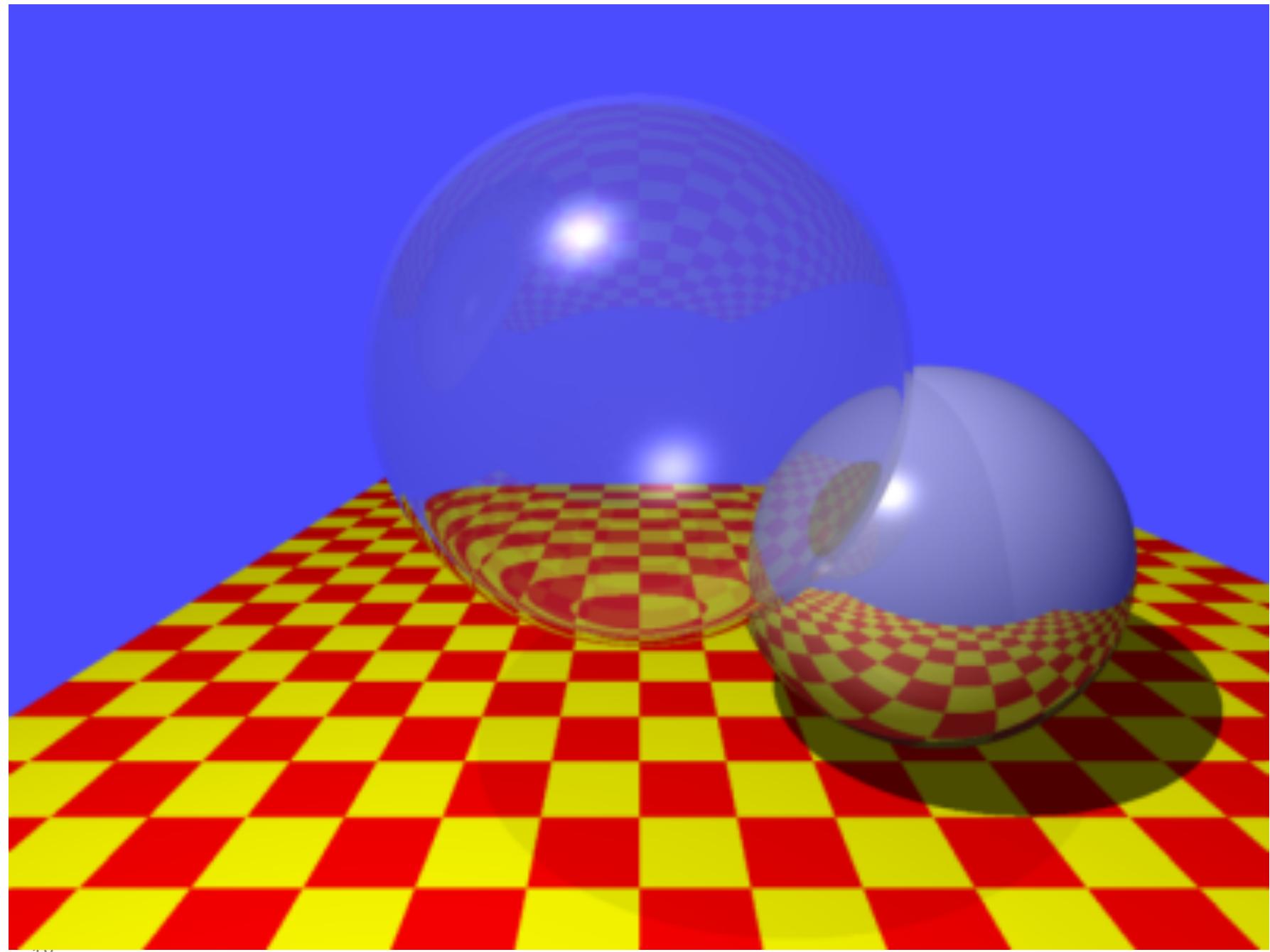
Es calculen recursivament, traçant un nou raig reflectit i un altre transmès

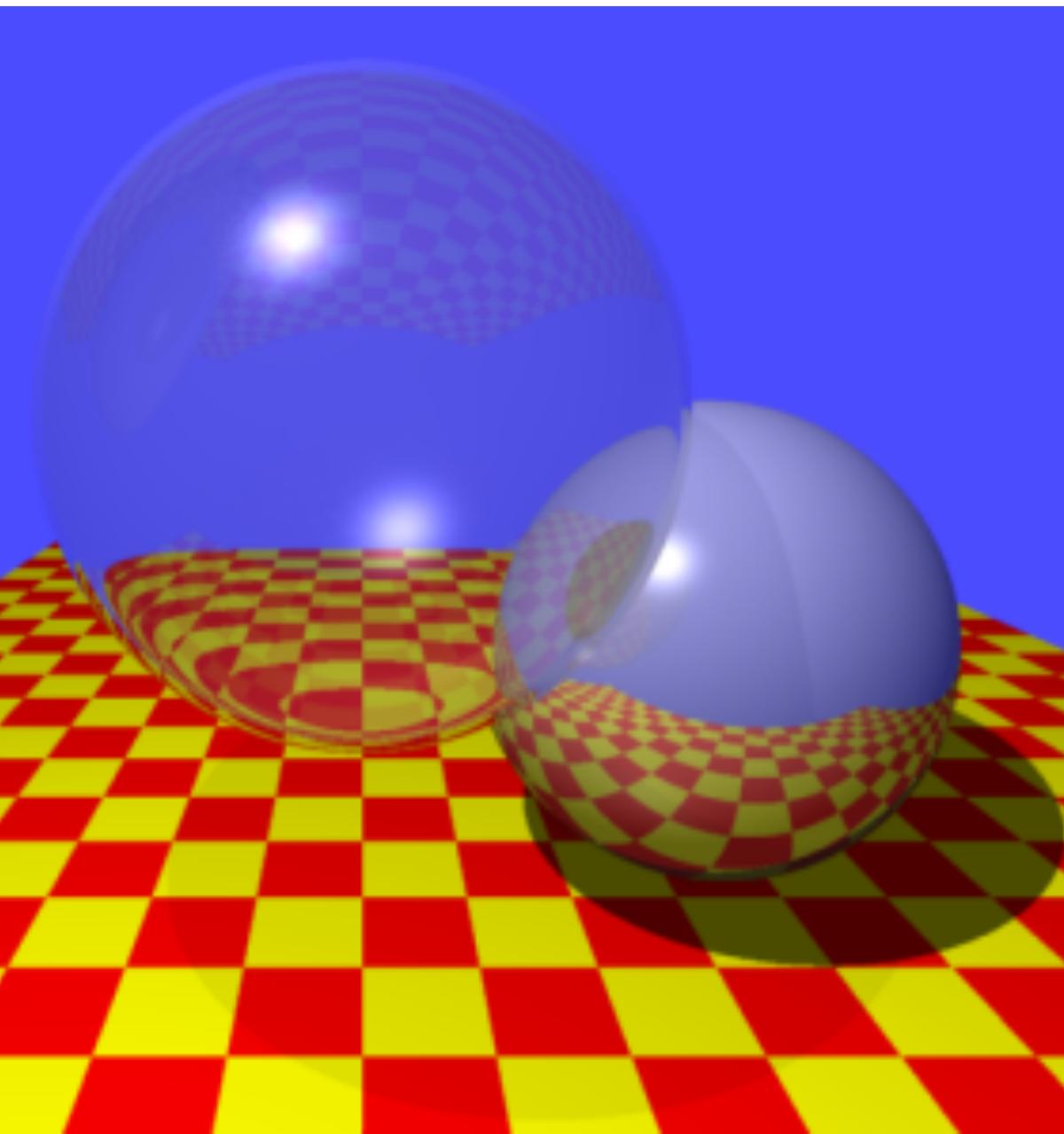
Algorisme

```
acció rayTracing
    per i en [0..w-1] fer
        per j en [0..h-1] fer
            raig:=raigPrimari(i, j, camera);
            color:=traçarRaig(raig, escena, μ);
            setPixel(i, j, color);
        fper
    fper
faccio
```

Algorisme

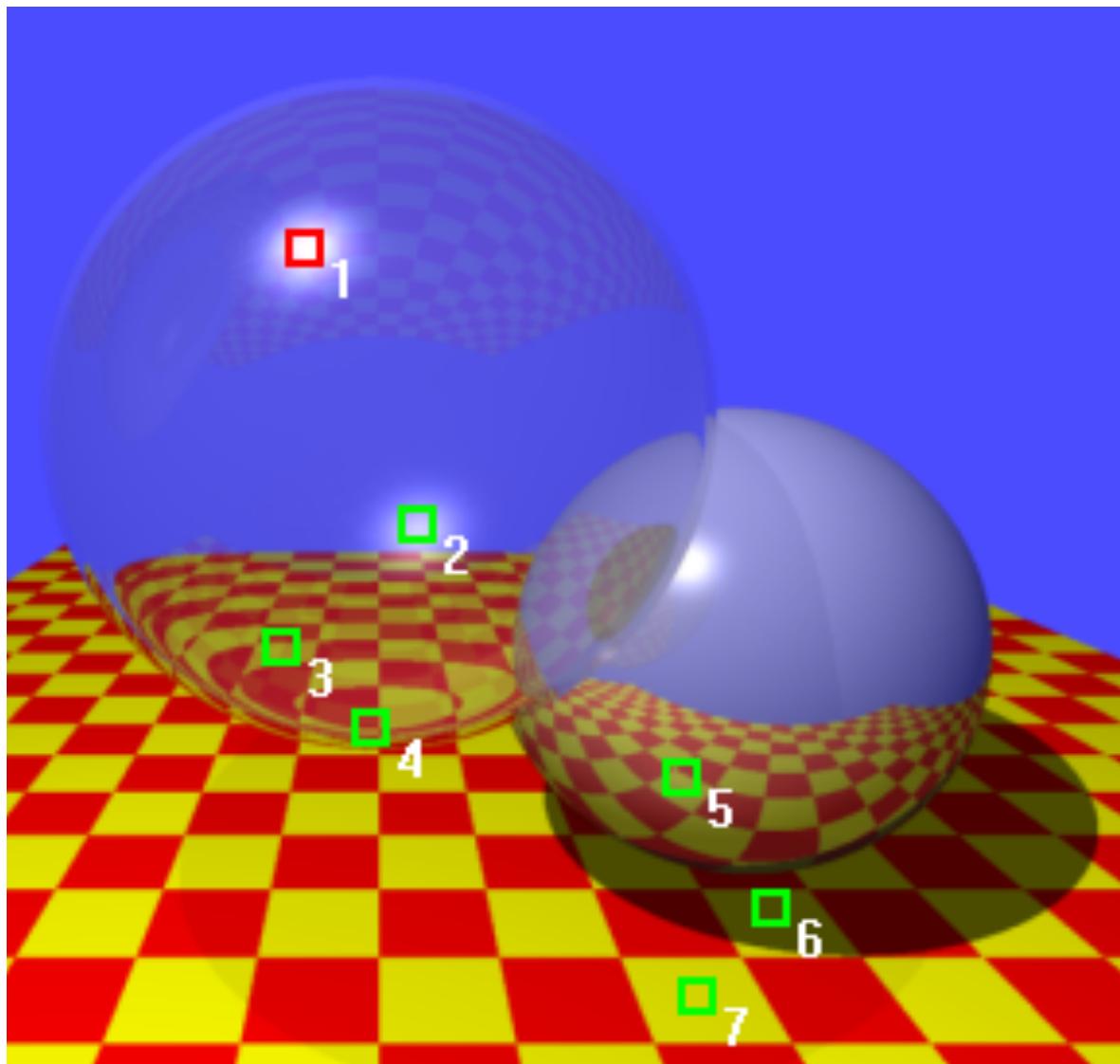
```
funció traçar_raig(raig, escena, μ)
    si profunditat_correcta() llavors
        info:=calcula_interseccio(raig, escena)
        si info.hi_ha_interseccio() llavors
            color:=calcular_ID(info,escena); // ID
            si es_reflector(info.obj) llavors
                raigR:=calcula_raig_reflectit(info, raig)
                color+= KR*traçar_raig(raigR, escena, μ) //IR
            fsi
            si es_transparent(info.obj) llavors
                raigT:=calcula_raig_transmès(info, raig, μ)
                color+= KT*traçar_raig(raigT, escena, info.μ) //IT
            fsi
            sino color:=colorDeFons
            fsi
            sino color:=Color(0,0,0);
            fsi
            retorna color
ffunció
```





Escena:

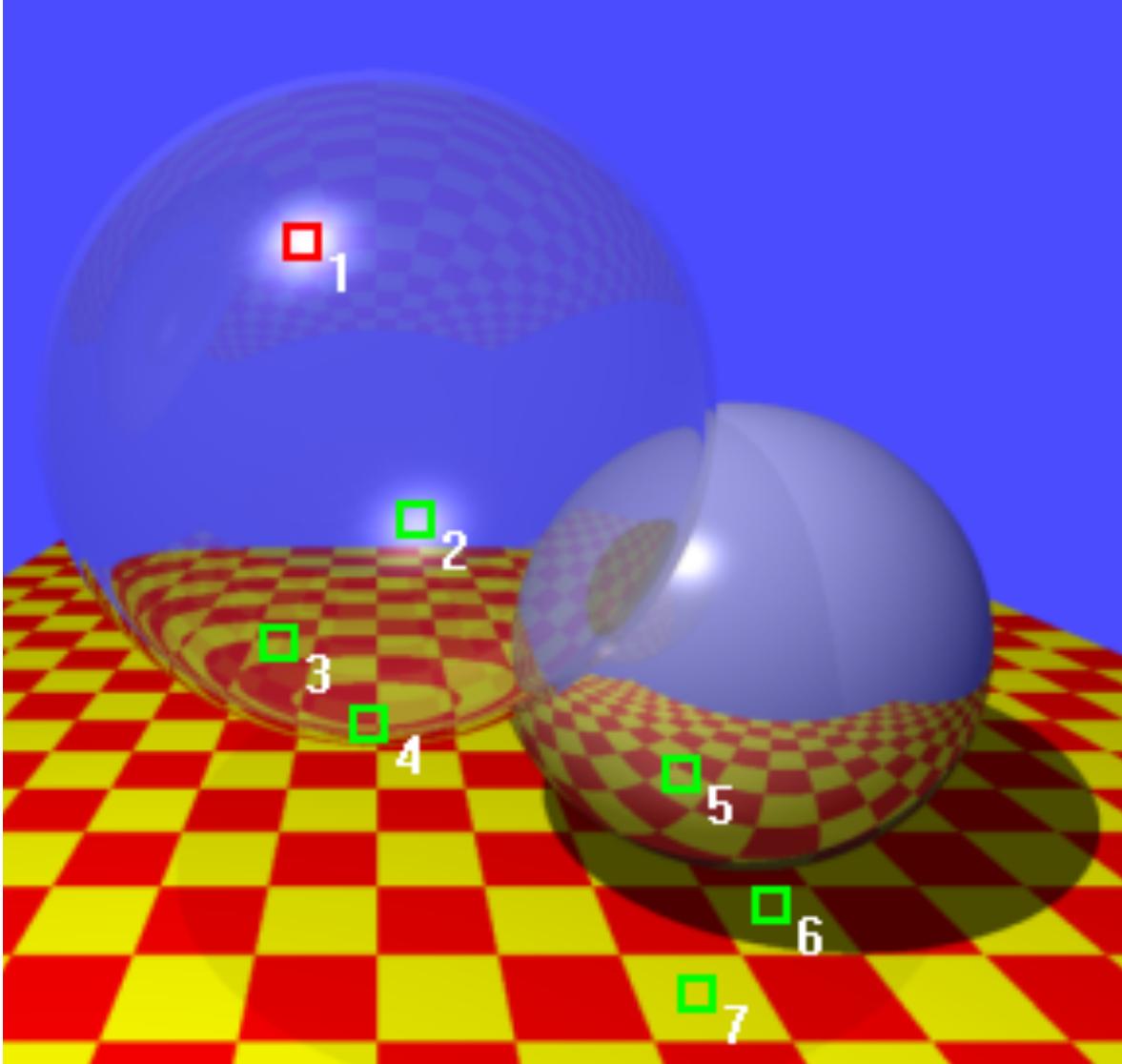
- Esfera **buida** transparent.
- Esfera opaca blanca mirall.
- Tauler escacs
- Fons blau
- Llum blanca



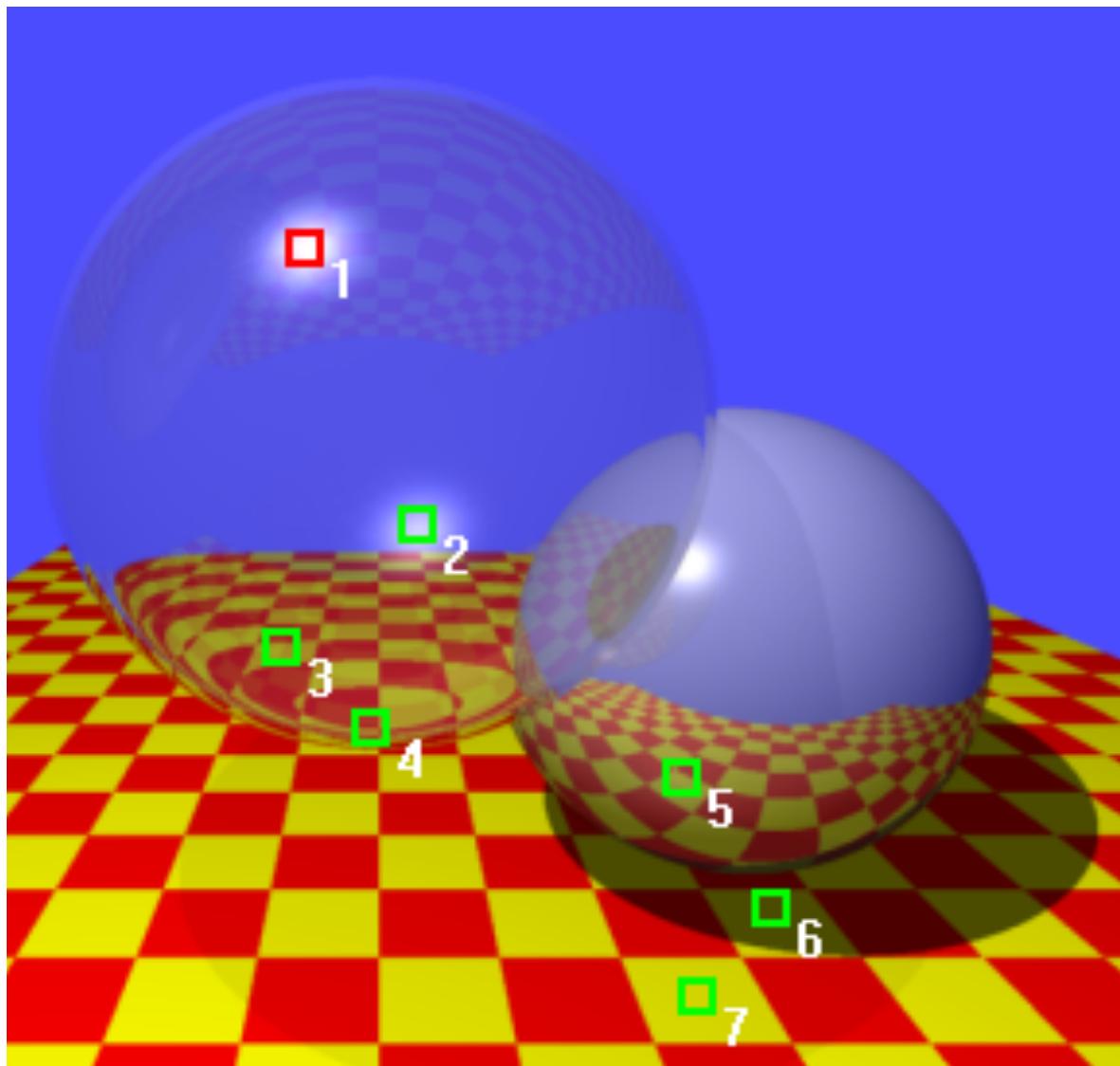
Rraig 1

- El rraig primari gairebé coincideix amb la reflexió del vector L: podem veure una taca espectral (specular highlight).
- La contribució principal és la component espectral de $I_D(P)$.

Rraig 2



- És la mateixa situació que el raig 1, però ara la taca specular apareix a la paret interna de l'esfera (que és buida).
- Aquest raig mostra un error acceptat en ray-tracing: el raig de la font de llum travessa l'esfera sense refracció (només comparem L, N ignorant el fet que som a dins de l'esfera). Per tant, la taca specular està en una posició errònia, però no tenim cap intuïció de la posició correcta.

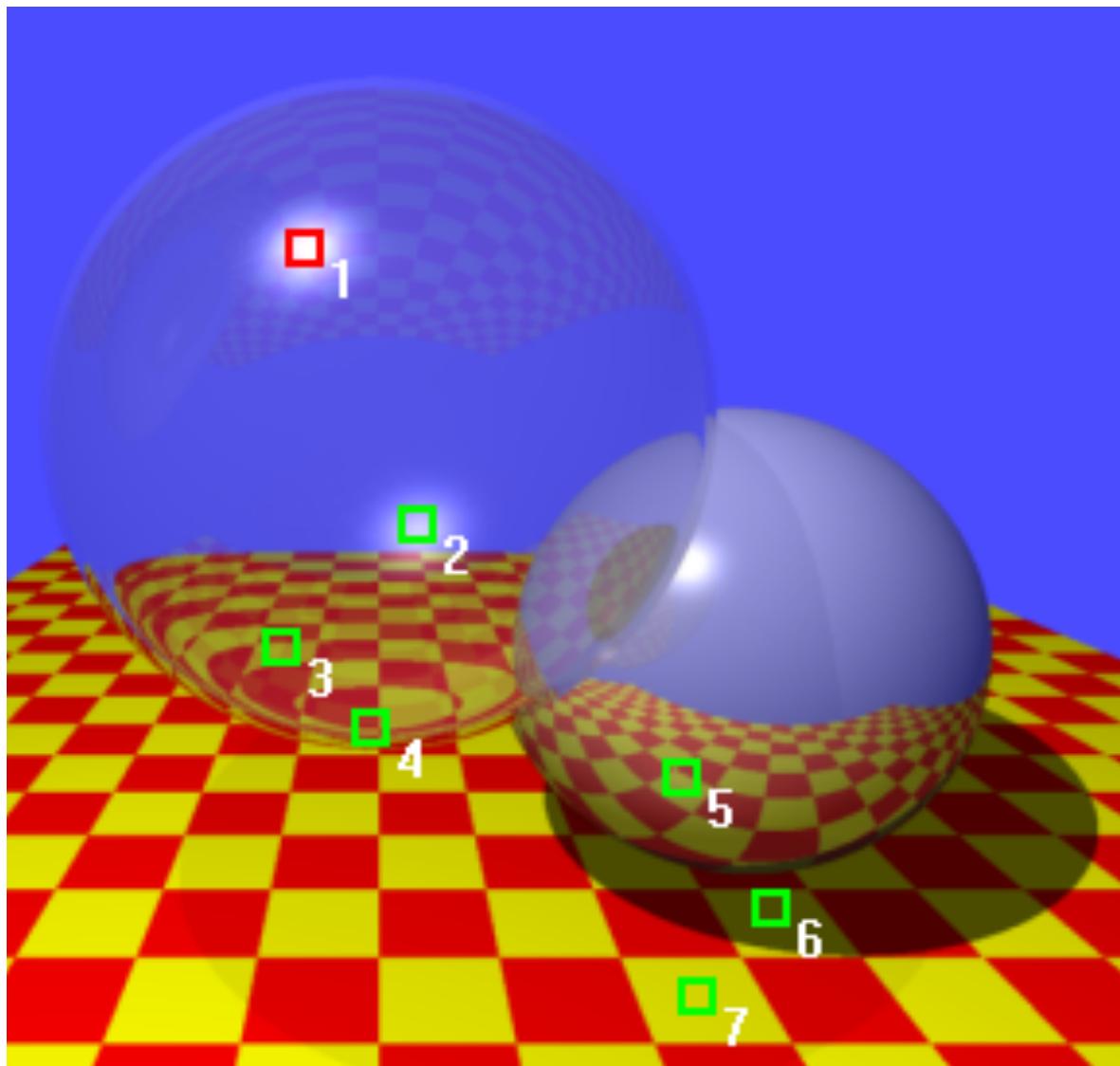


Rraig 3

- En totes les interseccions d'aquest raig amb l'esfera la contribució local és nula.
- La contribució dominant és el tauler vermell-groc.
- Hi ha una lleugera distorsió deguda a la refracció.
- Hi ha una barreja de dos taulets: el transmès i el reflectit a la superfície exterior de l'esfera.

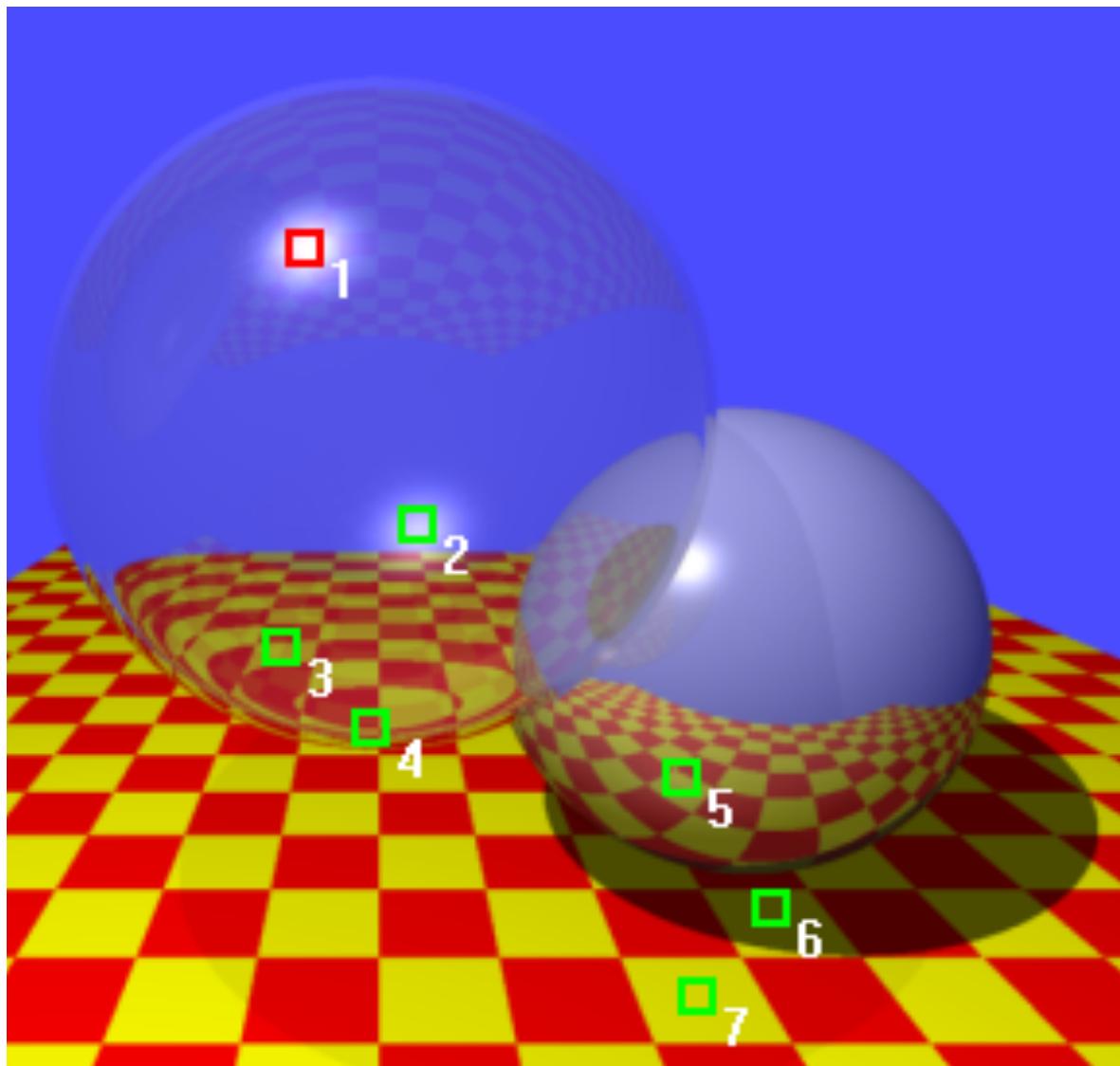
Rraig 4

- Igual que el raig anterior, però ara la distància recorreguda dins el cristall és més significativa, amb la qual cosa l'efecte de la refracció és més notori.



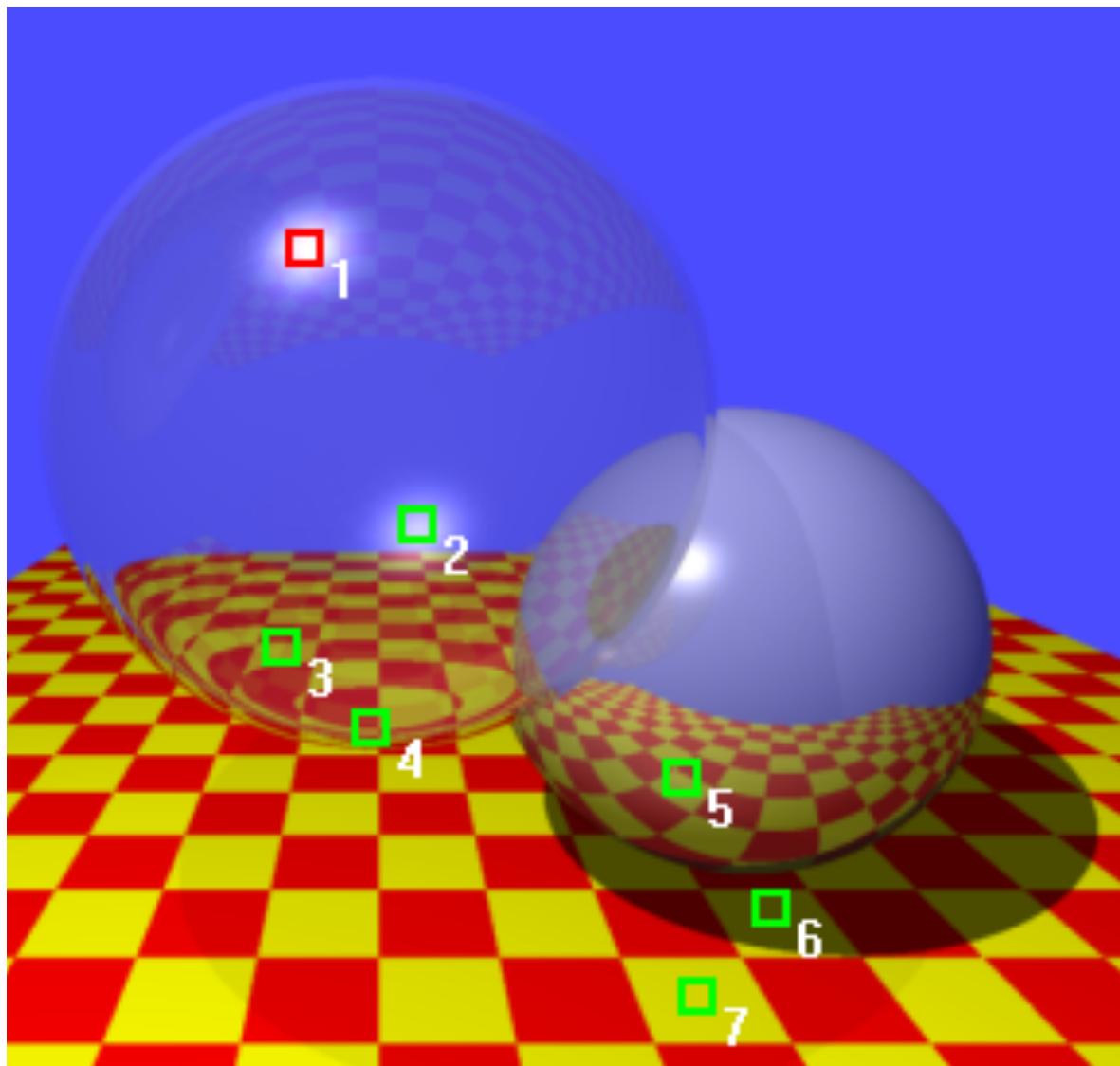
Rraig 5

- El color resultant és la barreja del tauler (raig reflectit) amb el blanc de l'esfera (lleugerament difosa).



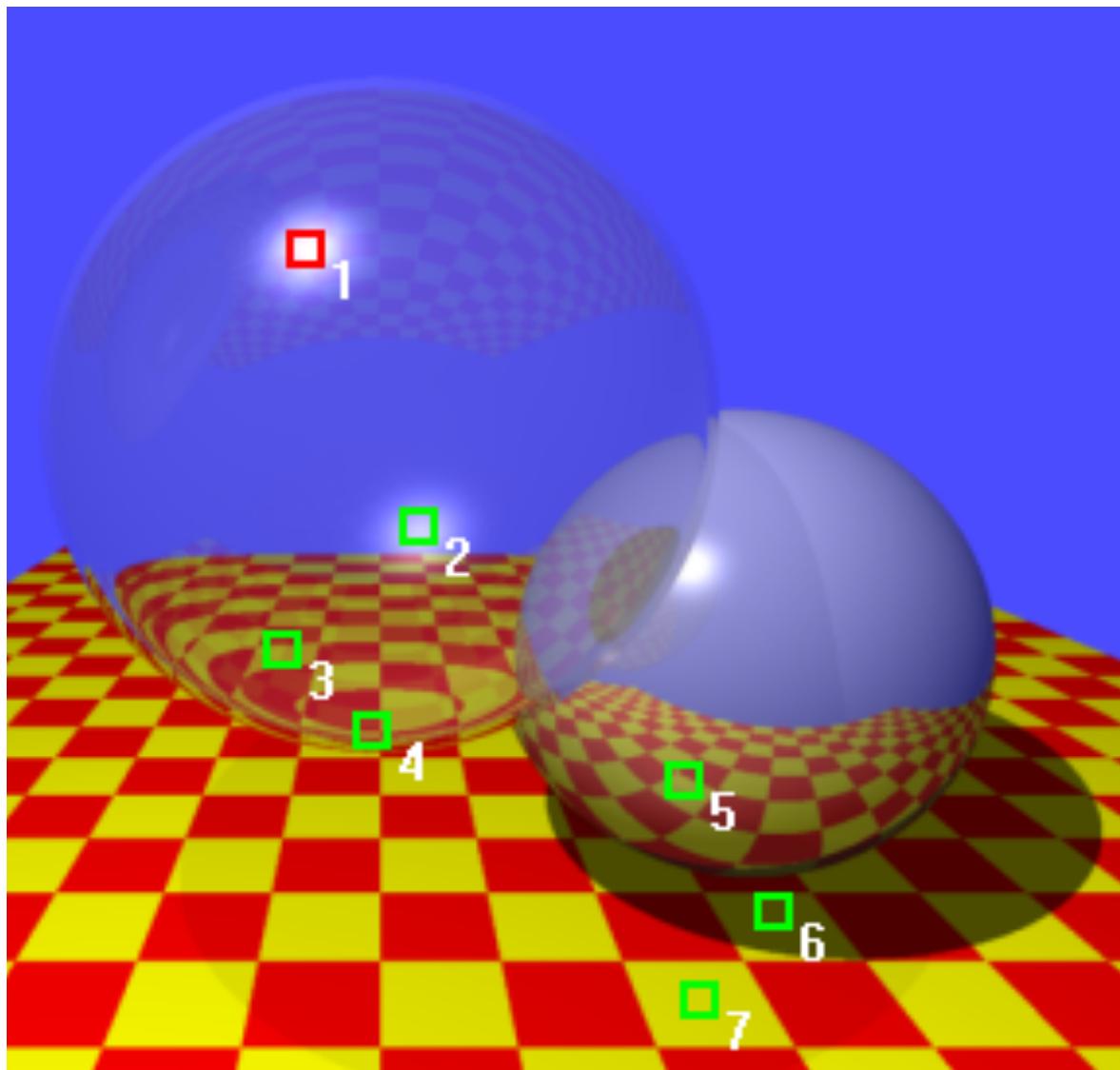
Rraig 6

- El rraig intersecta el tauler; el punt d'intersecció està a l'ombra (el shadow ray intersecta l'esfera opaca).

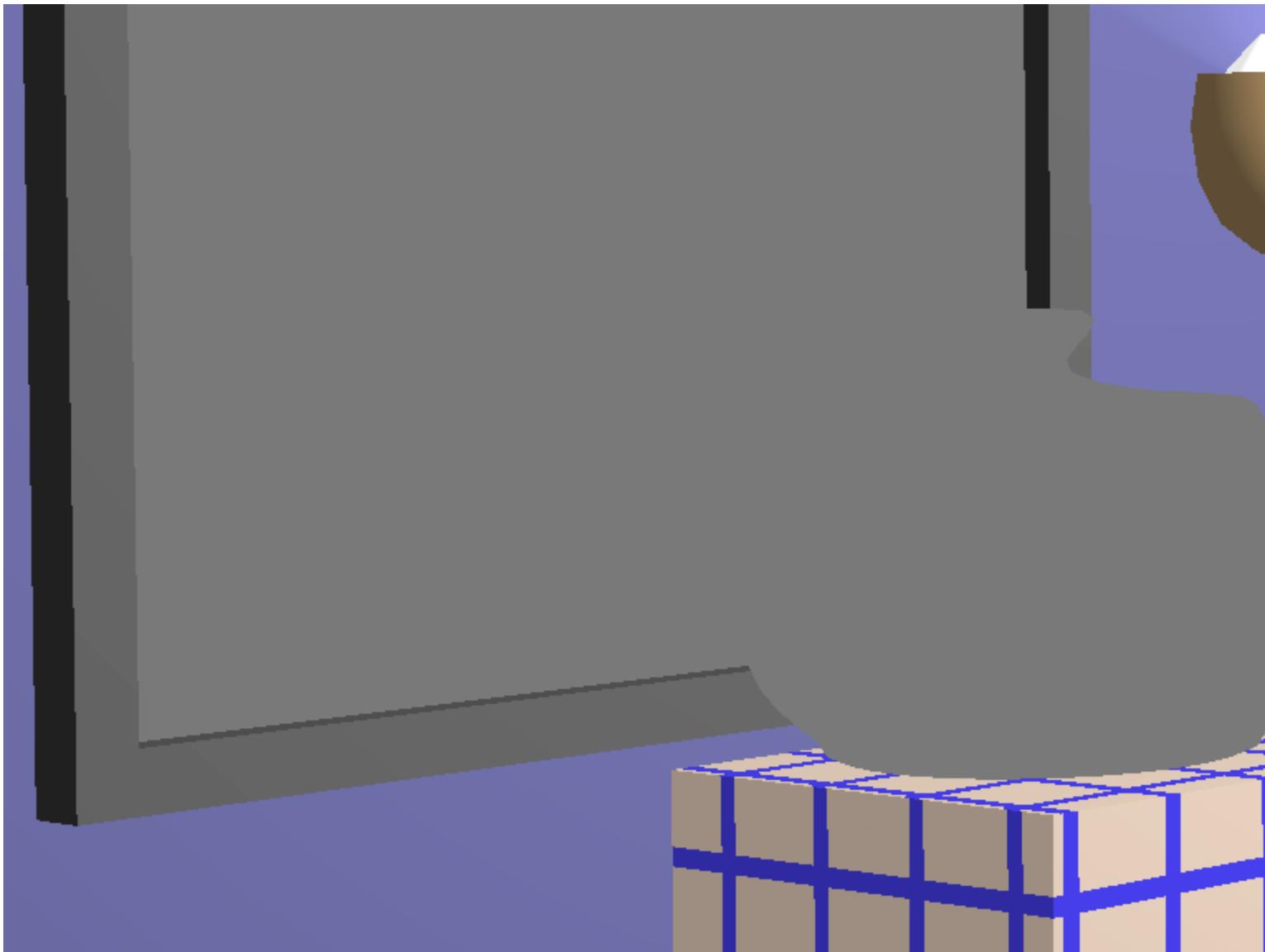


Rai 7

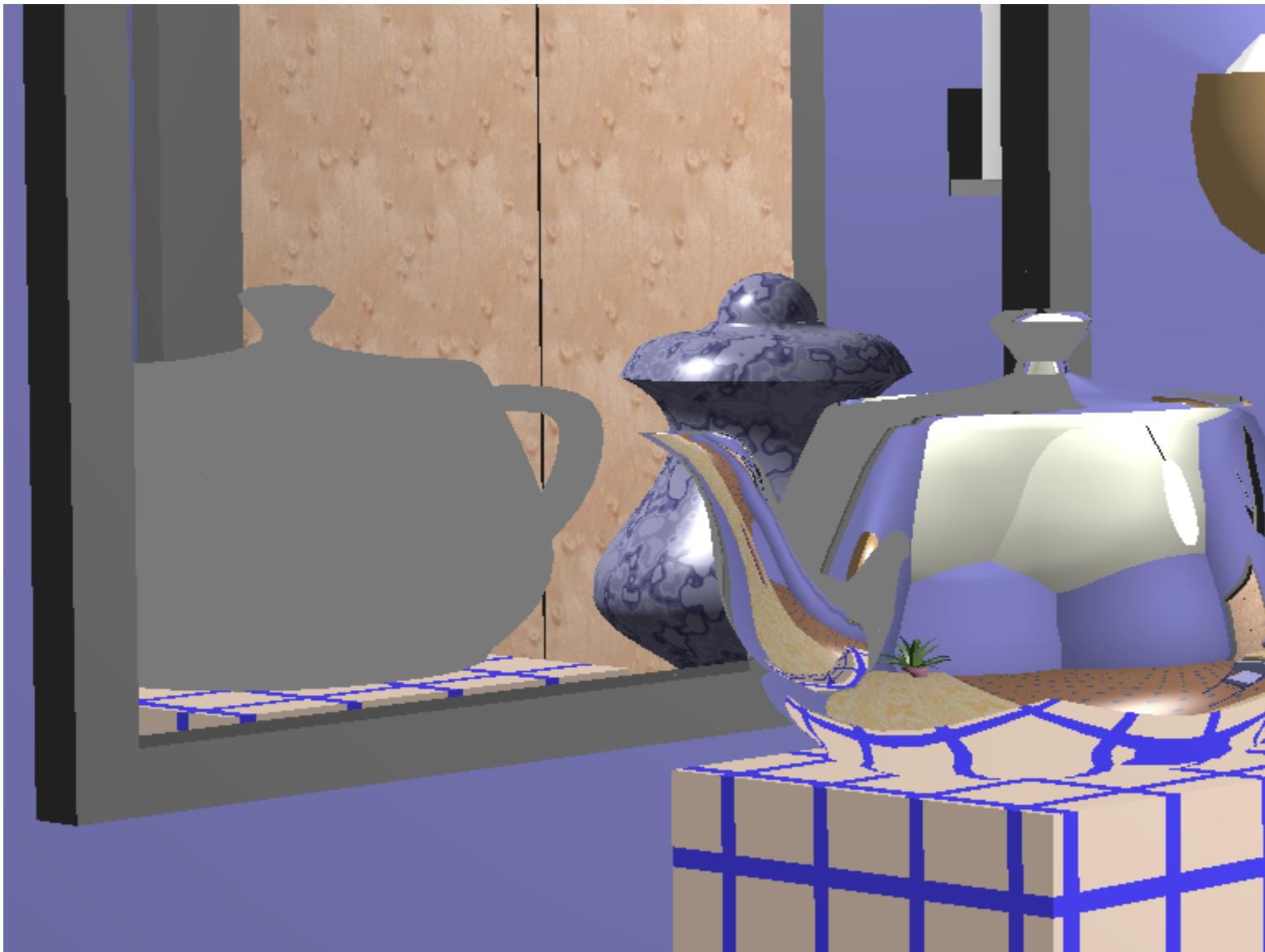
- Exactament igual que abans però ara el shadow ray intersecta l'esfera transparent i per tant gairebé no reduïm la contribució de la font de llum.
- Novament, no estem tenint en compte que la llum es refractaria a l'esfera i per tant el contorn de l'ombra no està a la posició correcta.



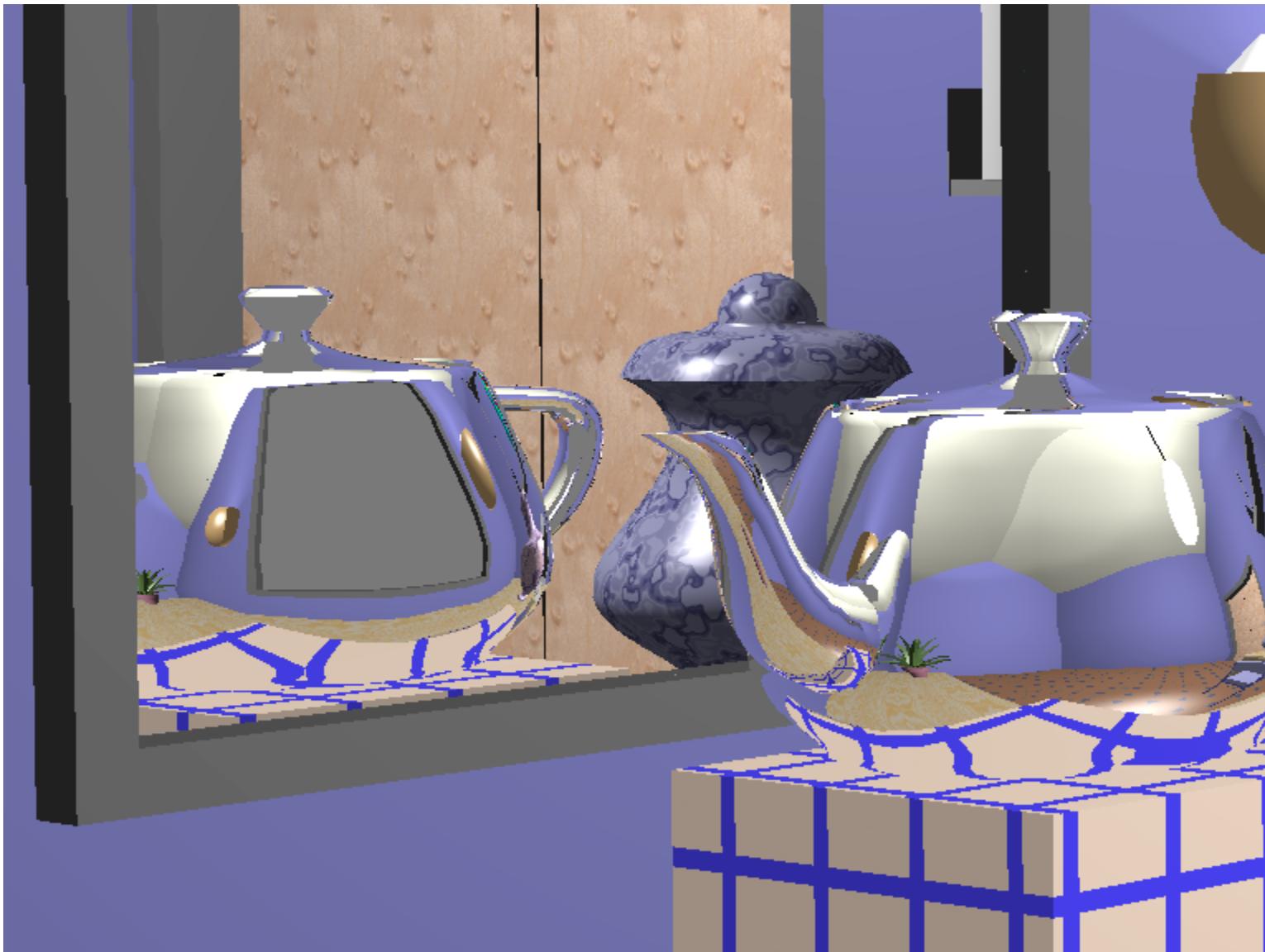
Ray-tracing clàssic. Profunditat 0



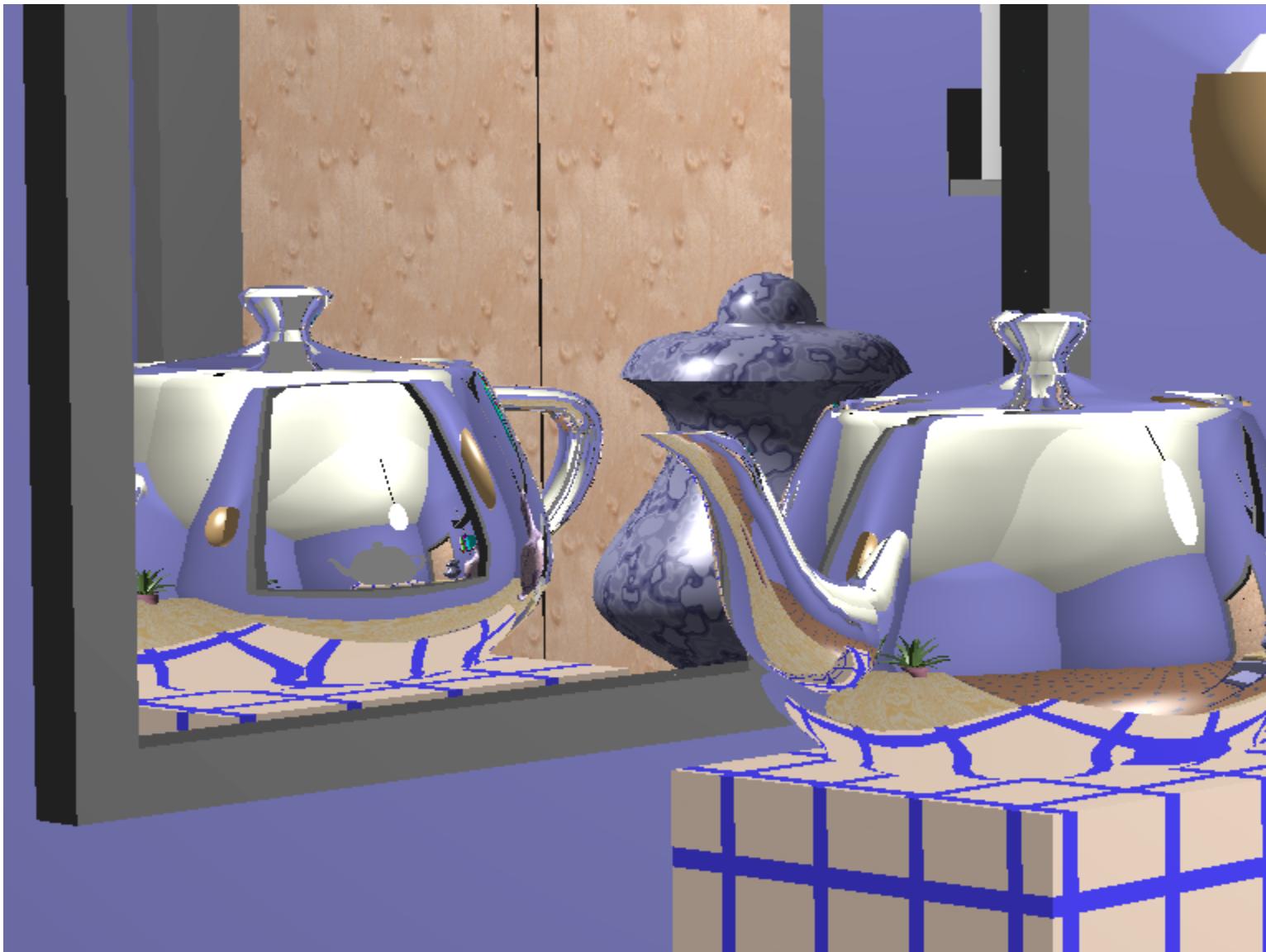
Ray-tracing clàssic. Profunditat 1



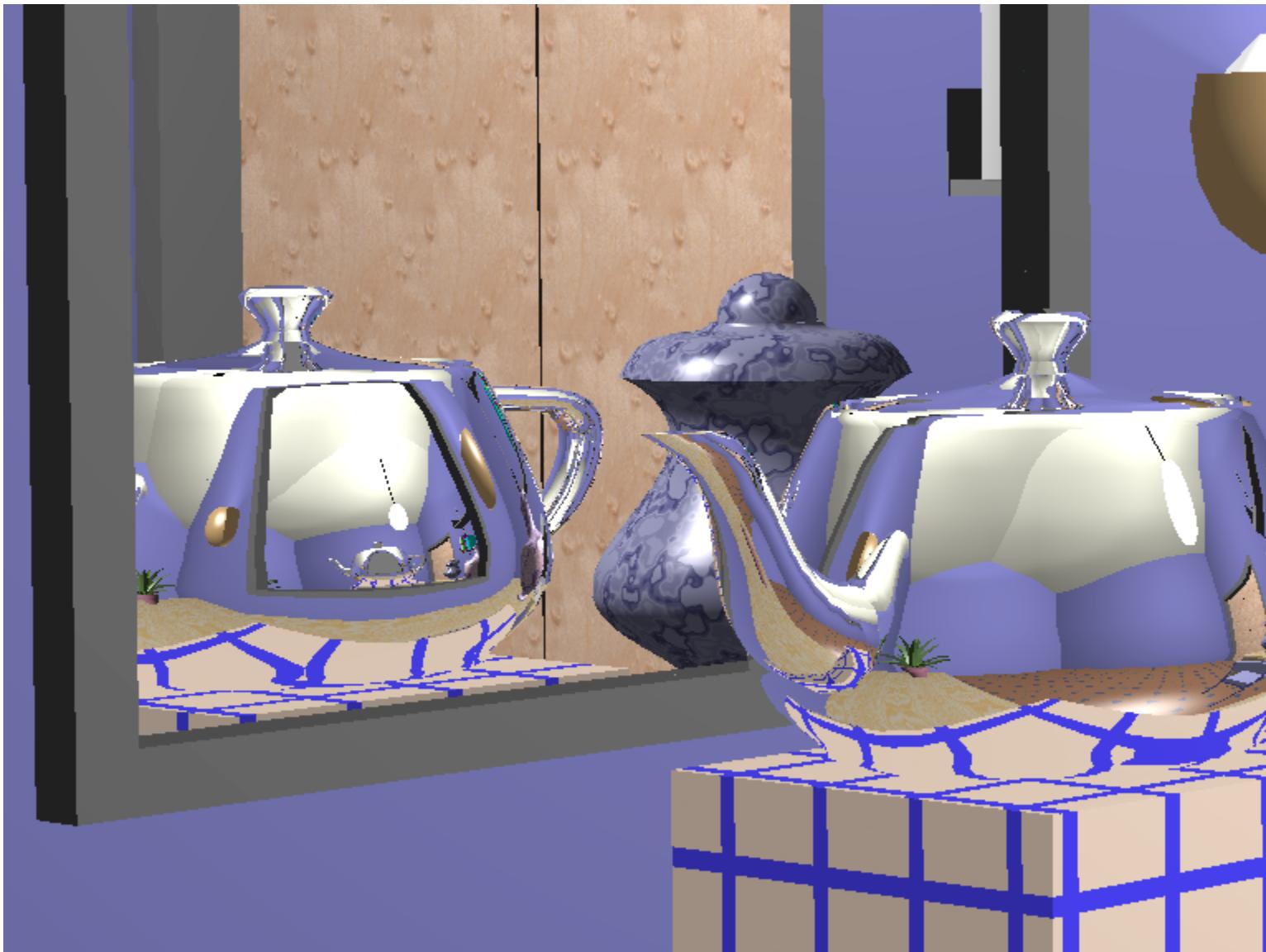
Ray-tracing clàssic. Profunditat 2



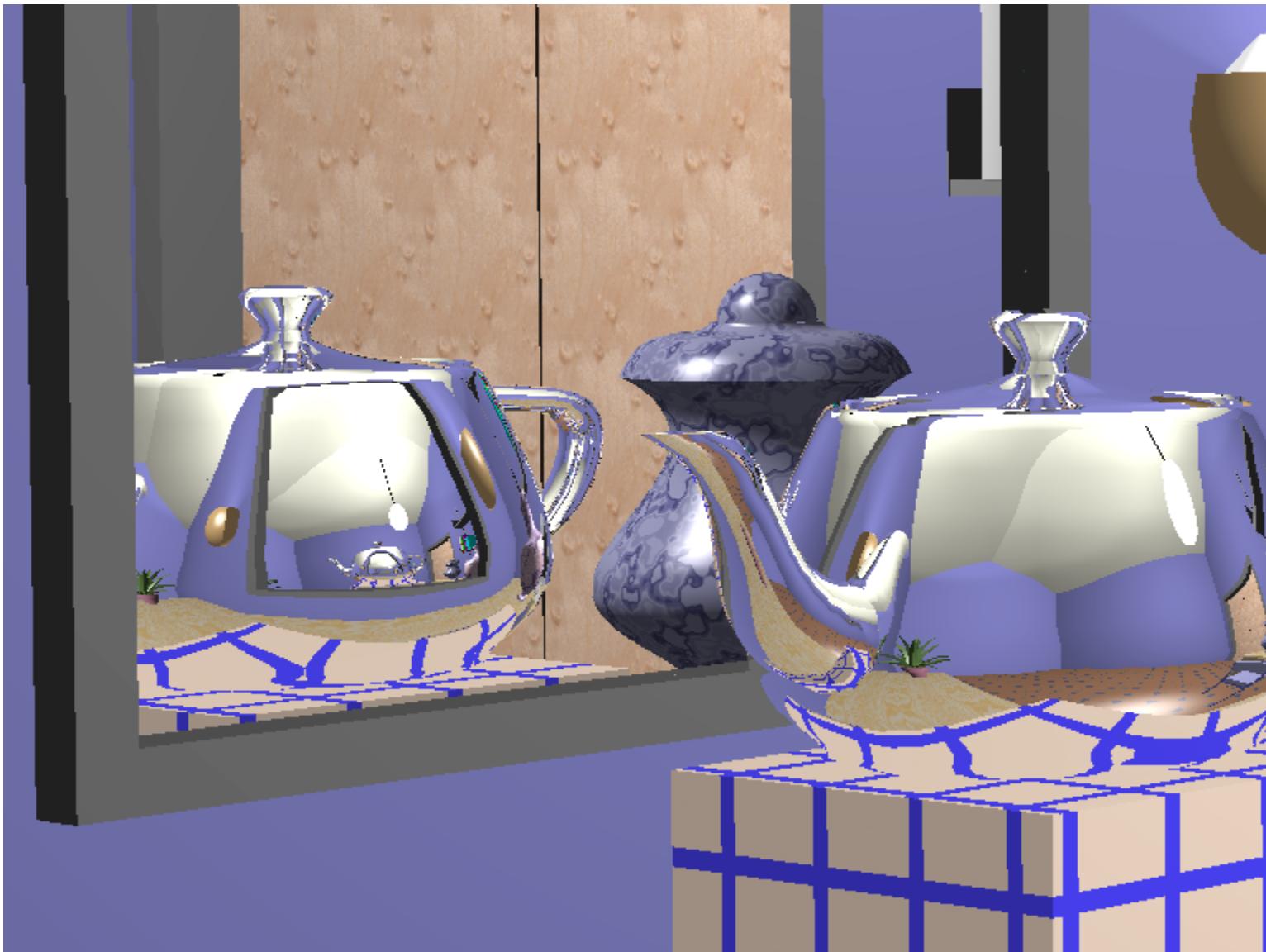
Ray-tracing clàssic. Profunditat 3



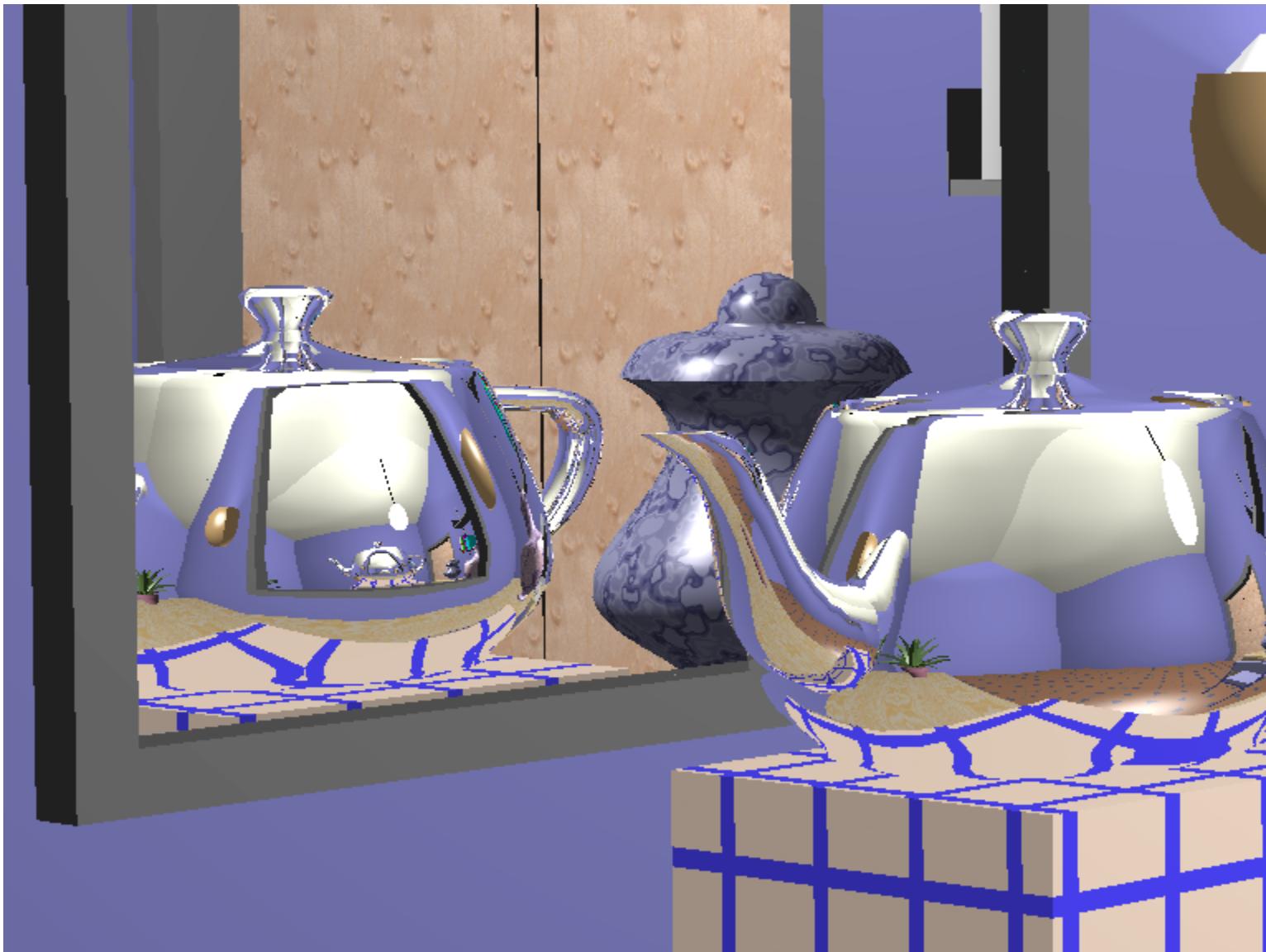
Ray-tracing clàssic. Profunditat 4



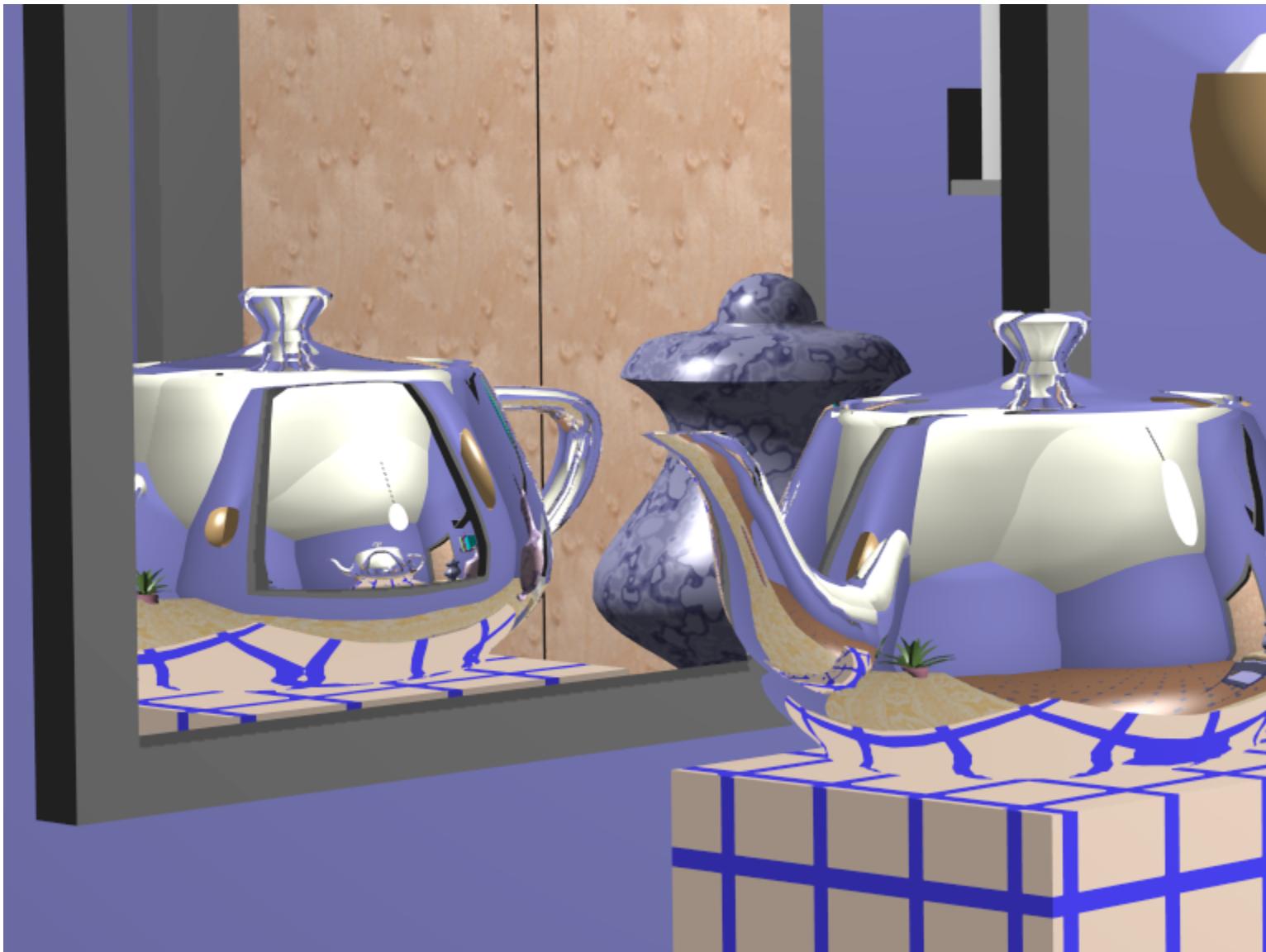
Ray-tracing clàssic. Profunditat 6



Ray-tracing clàssic. Profunditat 8

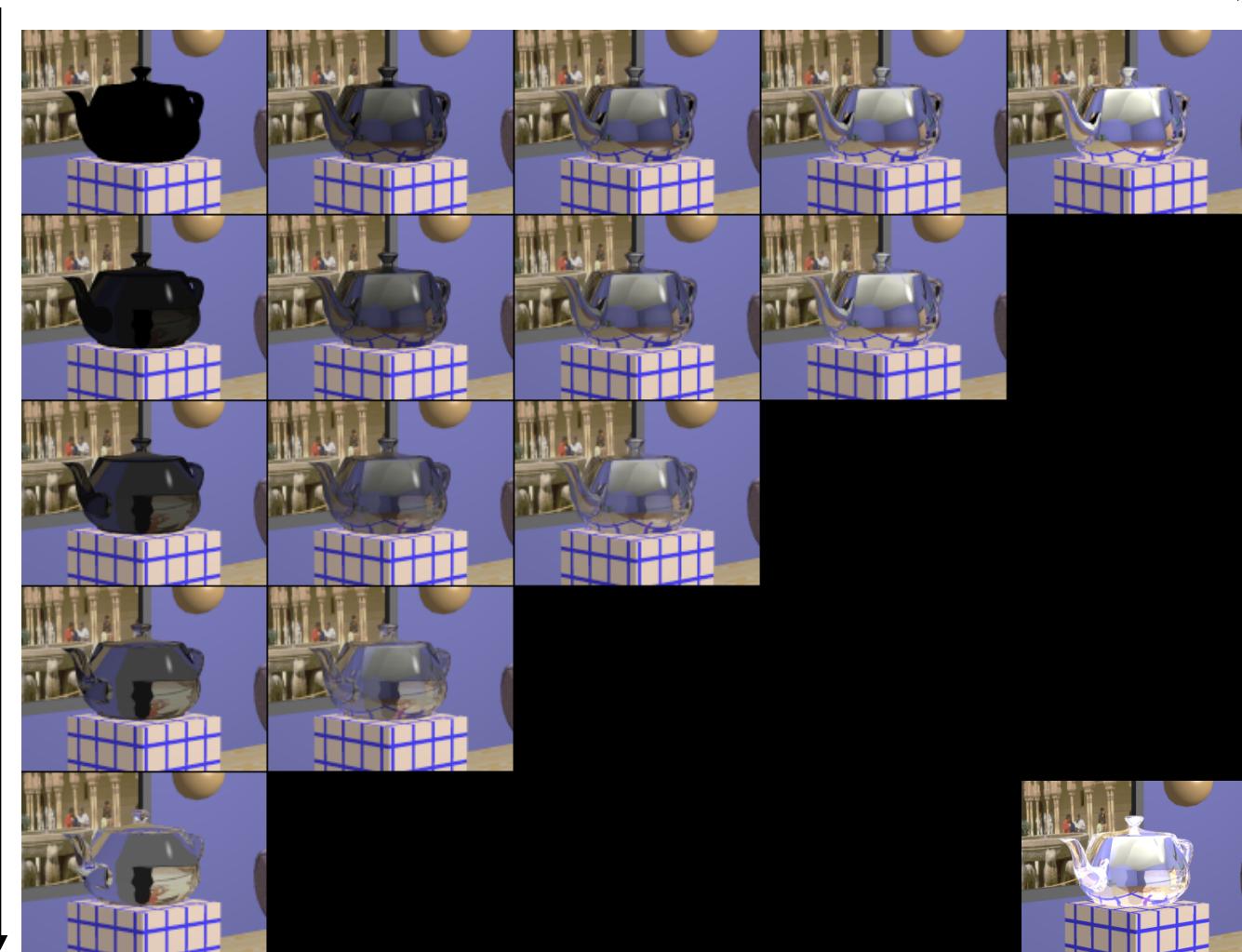


Ray-tracing clàssic. P. 8 + AA



Contribució local i global

k_r



Ray-tracing clàssic

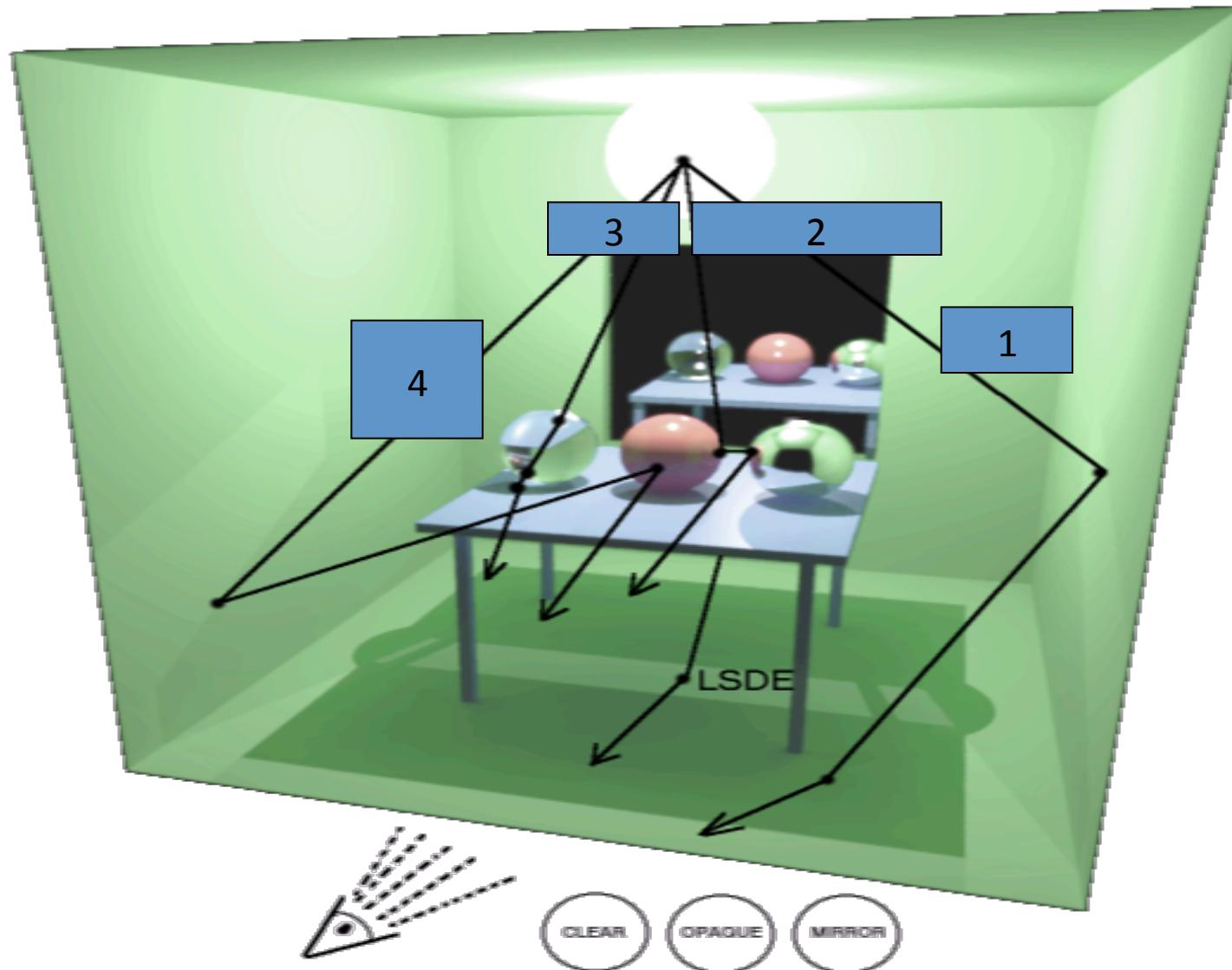


Observeu:

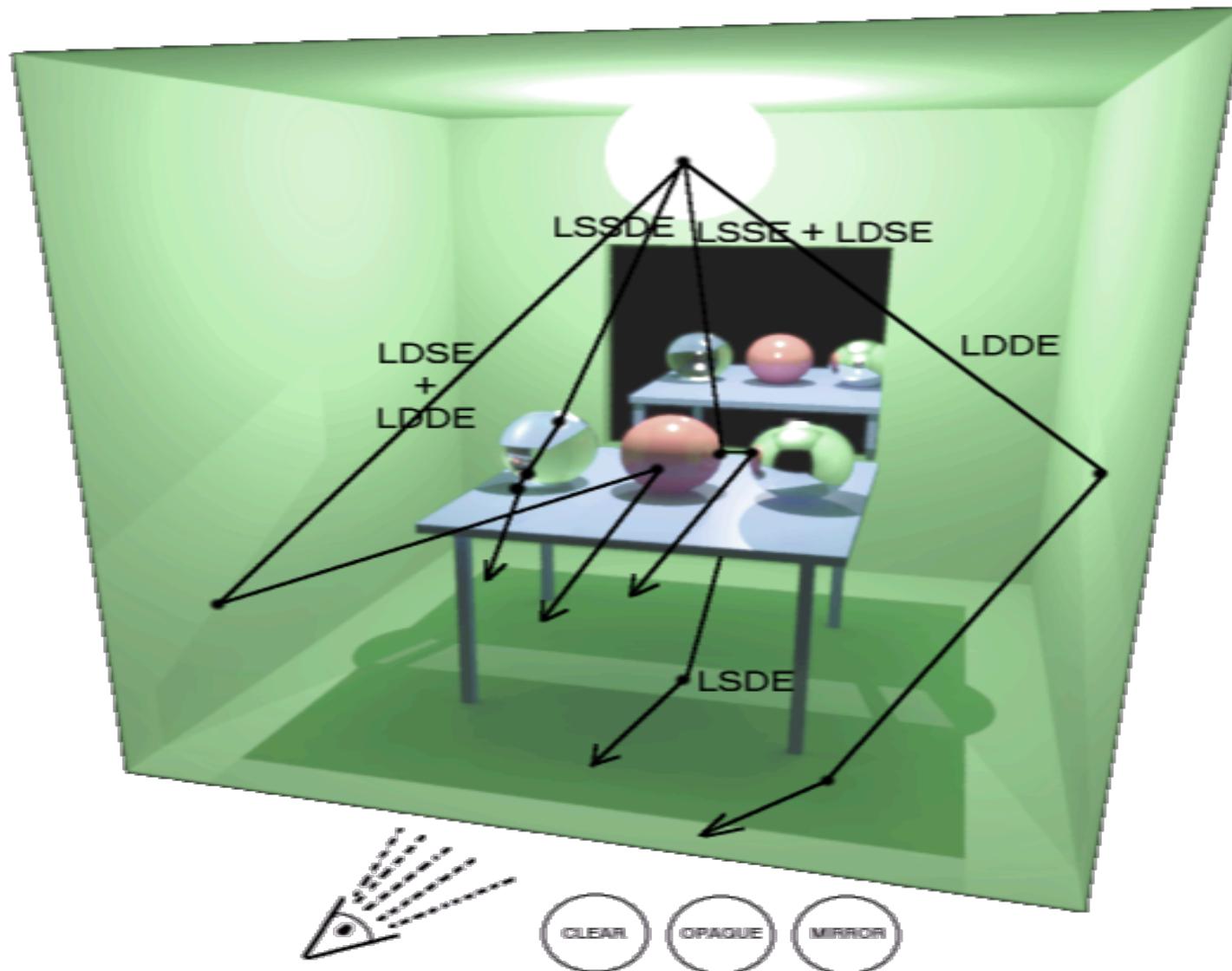
- Ombres ben definides (hard shadows)
- Refracció massa definida al gerro (sembla que tingui una banda negra en comptes de refractar l'ombra que té al darrera)

LIGHT PATHS

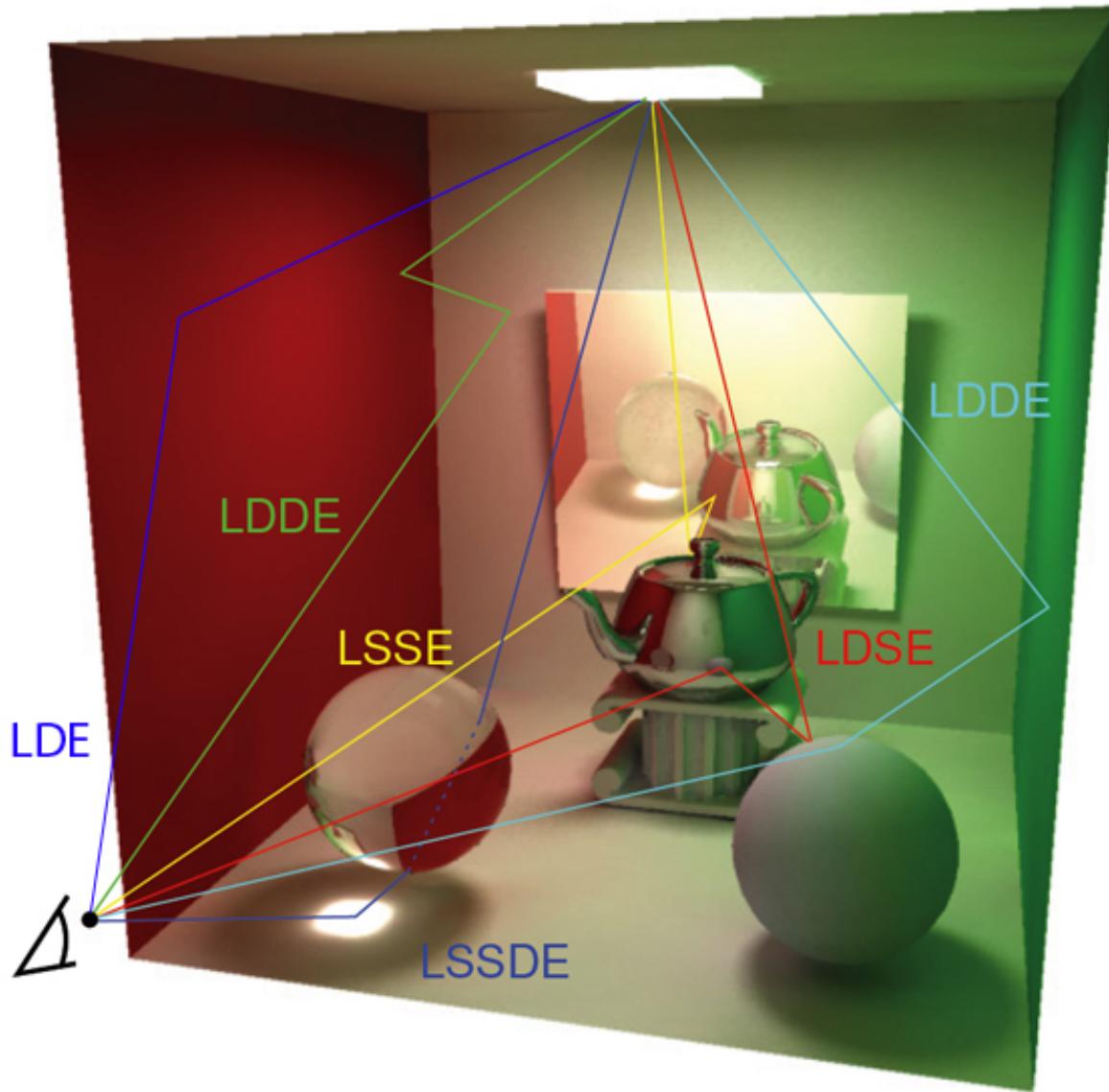
Light paths



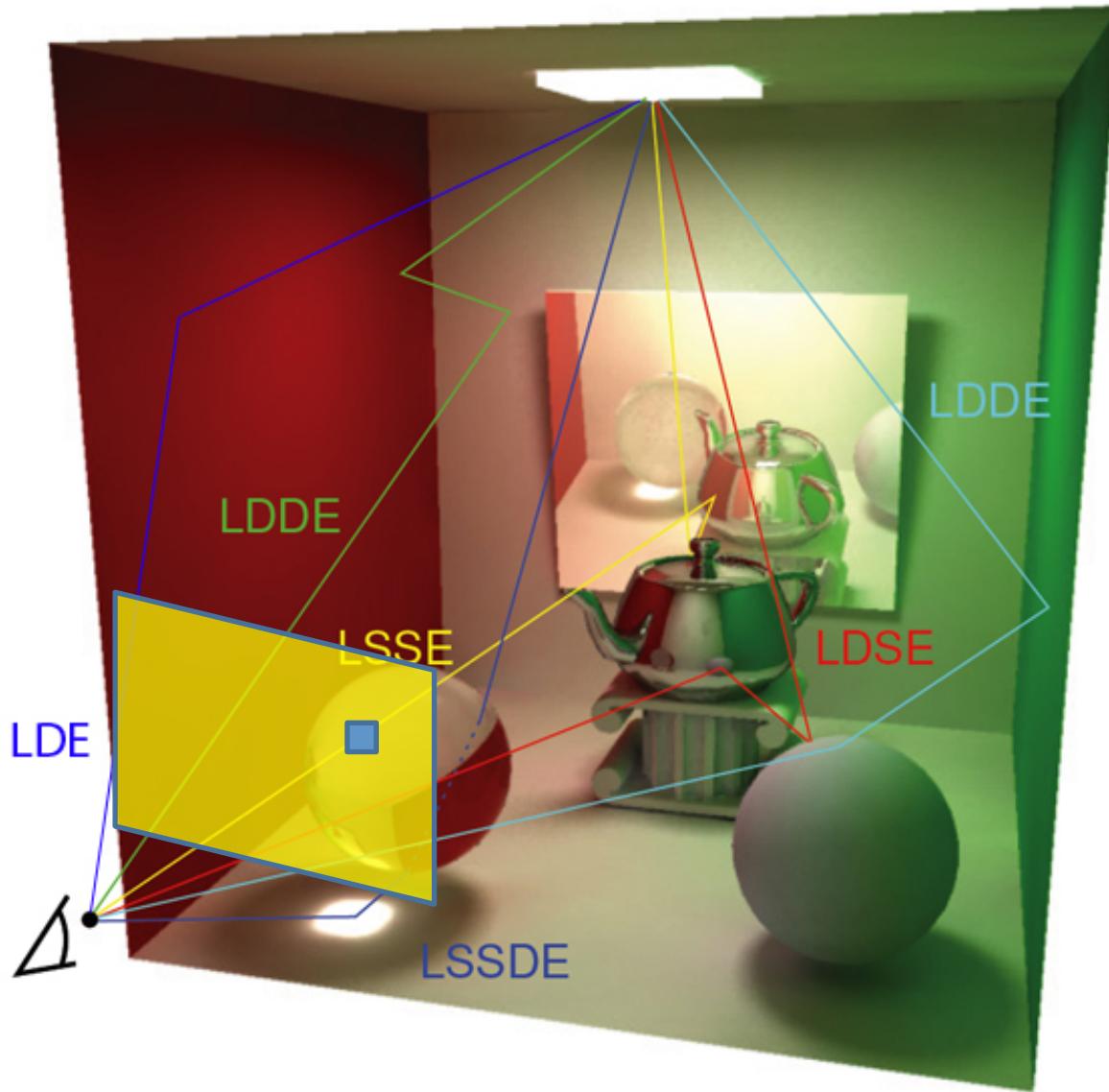
Light paths



Light paths



Light paths

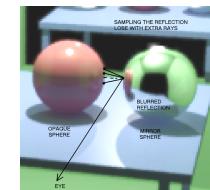
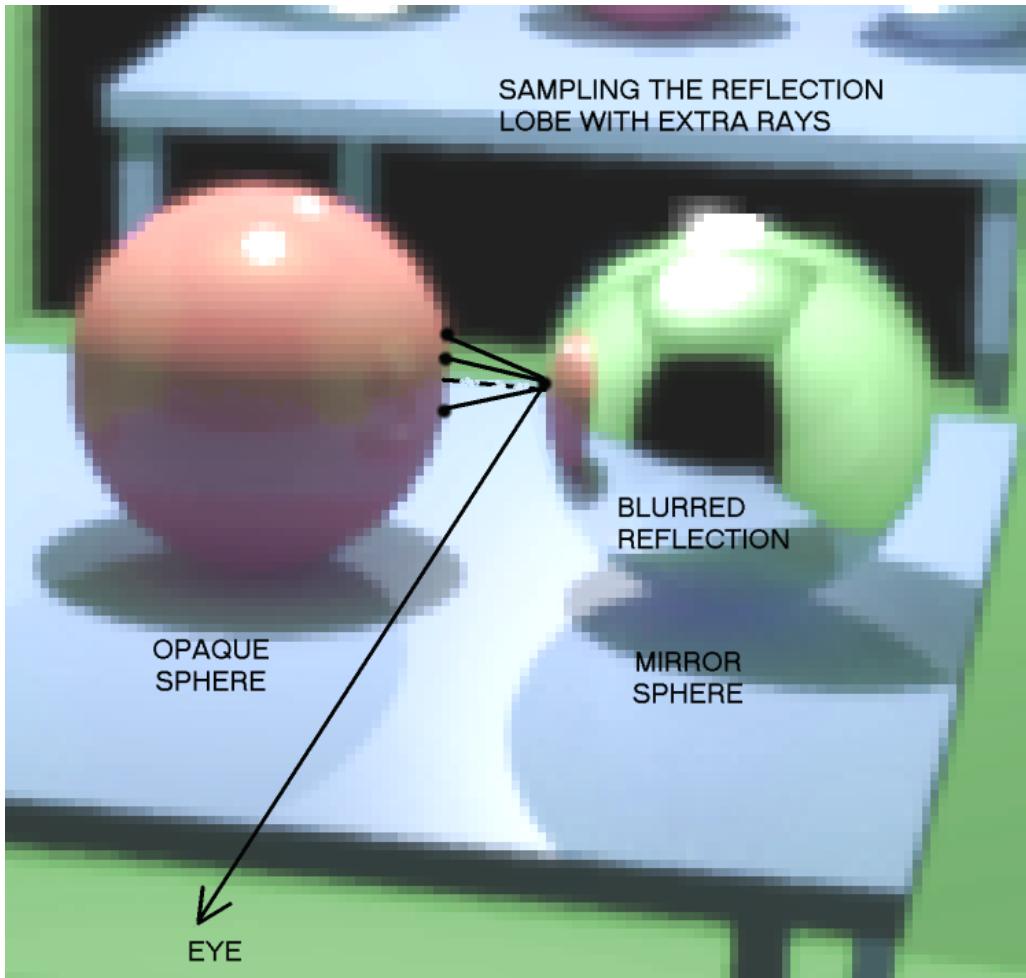


IMPROVING RAY TRACING

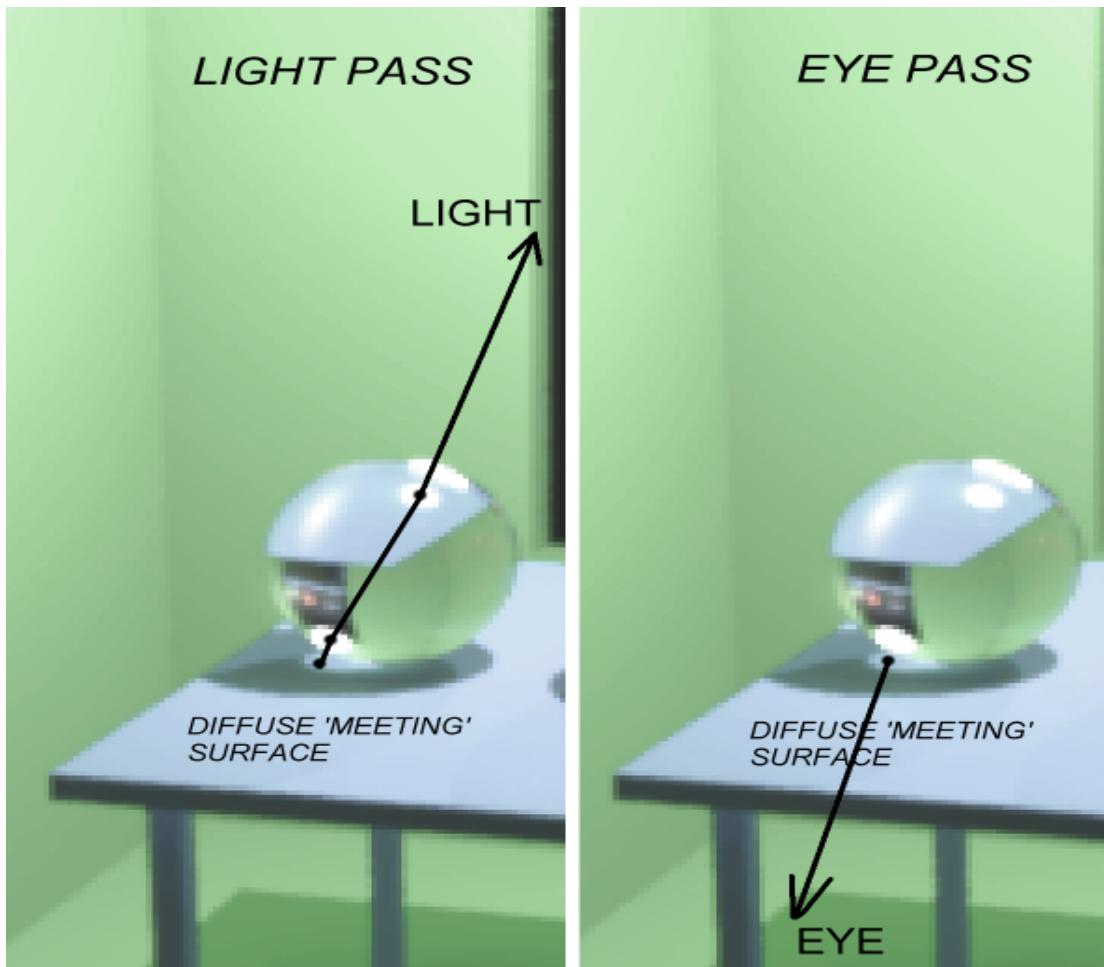
Path tracing



Distributed ray-tracing



Two-pass ray-tracing



Classic vs Two-pass ray-tracing

