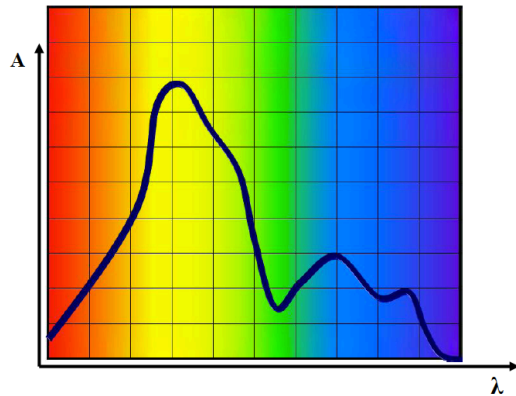
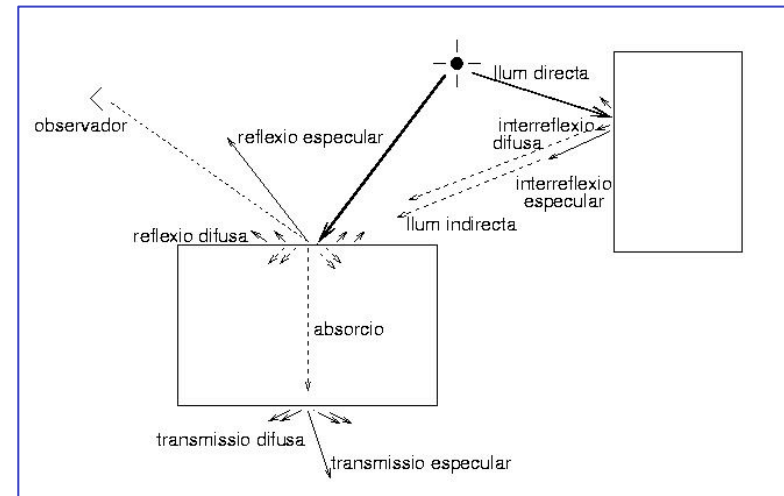
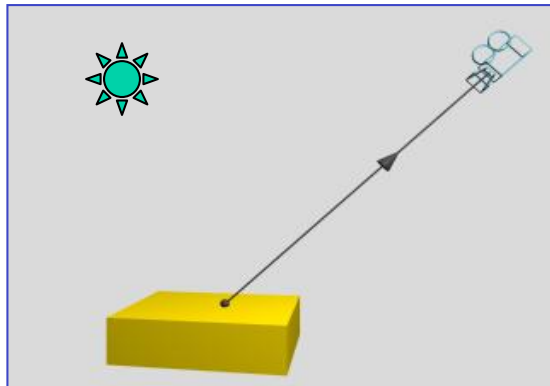


Classe 7: contingut

- Realisme: Il·luminació (2)
 - Models empírics: recordatori
 - Il·luminació en OpenGL 3.3
 - Suavitzat d'arestes
 - Exercicis

Color d'un punt

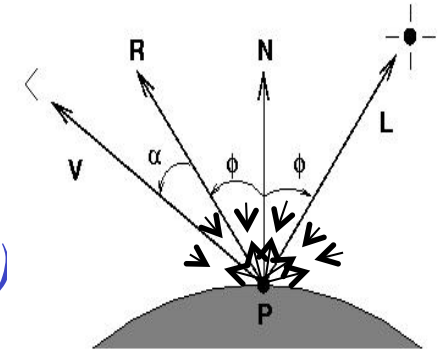
El color amb el que un Observador veu un punt P de l'escena és el color de la llum que arriba a l'Obs procedent de P: $I_\lambda(P \rightarrow Obs)$



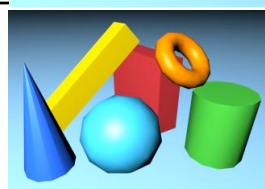


$$I_\lambda(P \rightarrow Obs) \quad \lambda \in \{r, g, b\}$$

Resum

$$I_{\lambda}(P) = I_{a\lambda}k_{a\lambda} + \sum_i (I_{fi\lambda} k_{d\lambda} \cos(\Phi_i)) + \sum_i (I_{fi\lambda} k_{s\lambda} \cos^n(\alpha_i))$$

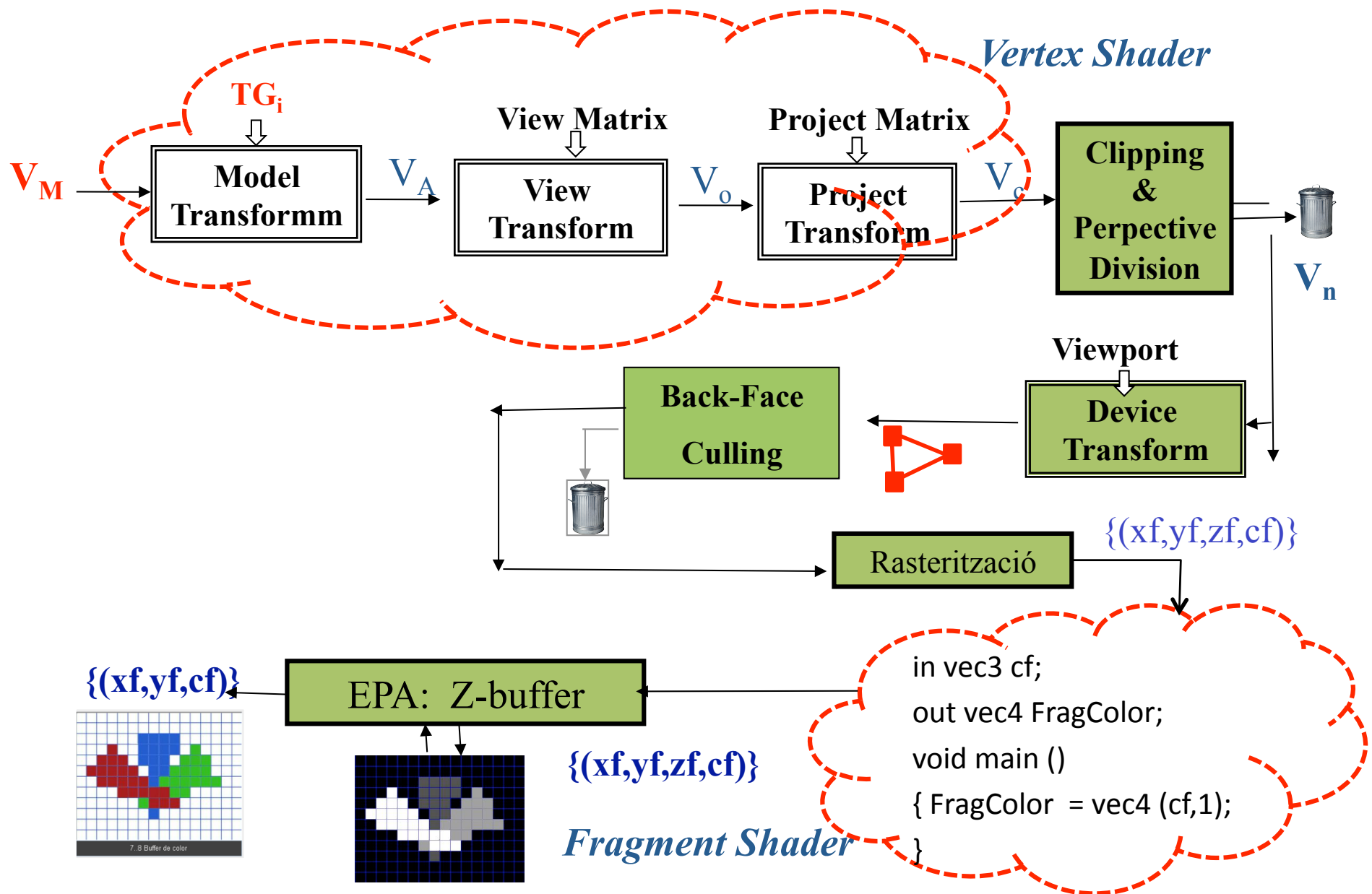


Color d'un punt degut a...	Depèn de la normal?	Depèn de l'observador?	Exemple
Model ambient	No	No	
Model difús	Sí	No	
Model especular	Sí	Sí	

Classe 7: contingut

- Realisme: Il·luminació (2)
 - Models empírics: recordatori
 - **Il·luminació en OpenGL 3.3**
 - **Suavitzat d'arestes**
 - Exercicis

Paradigma projectiu bàsic amb OpenGL 3.3



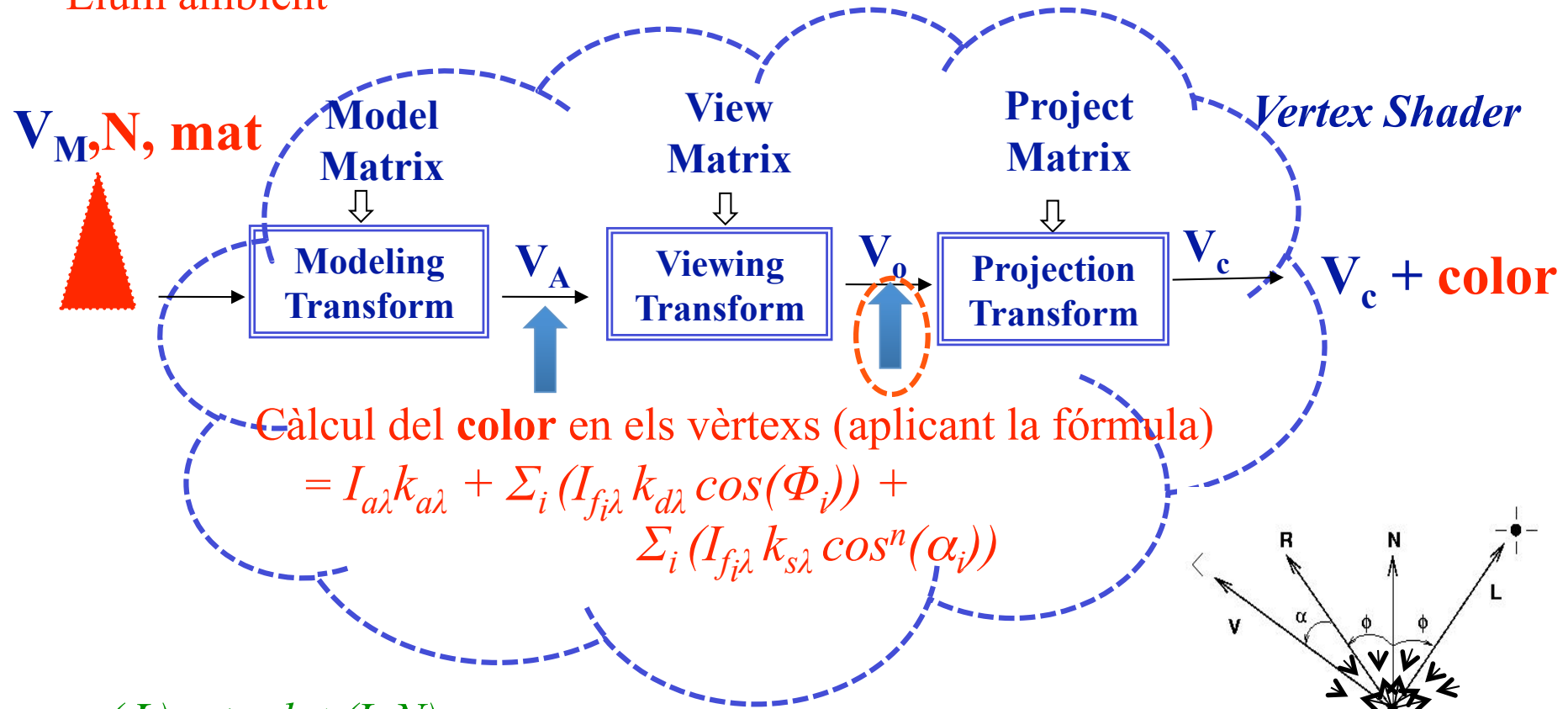
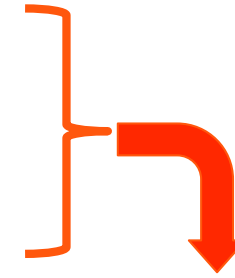
Procés de visualització: Càlcul color en Vèrtex

-Atributs:

Constants material i normal per vèrtex en $VBOs_{VAO}$

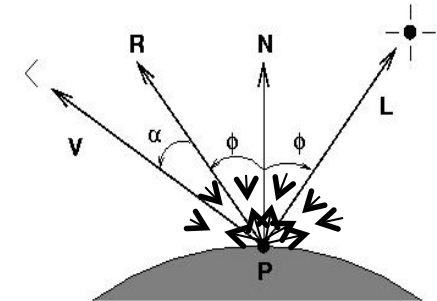
- Uniforms:

- Fonts de llum actives => color, posició
- Llum ambient



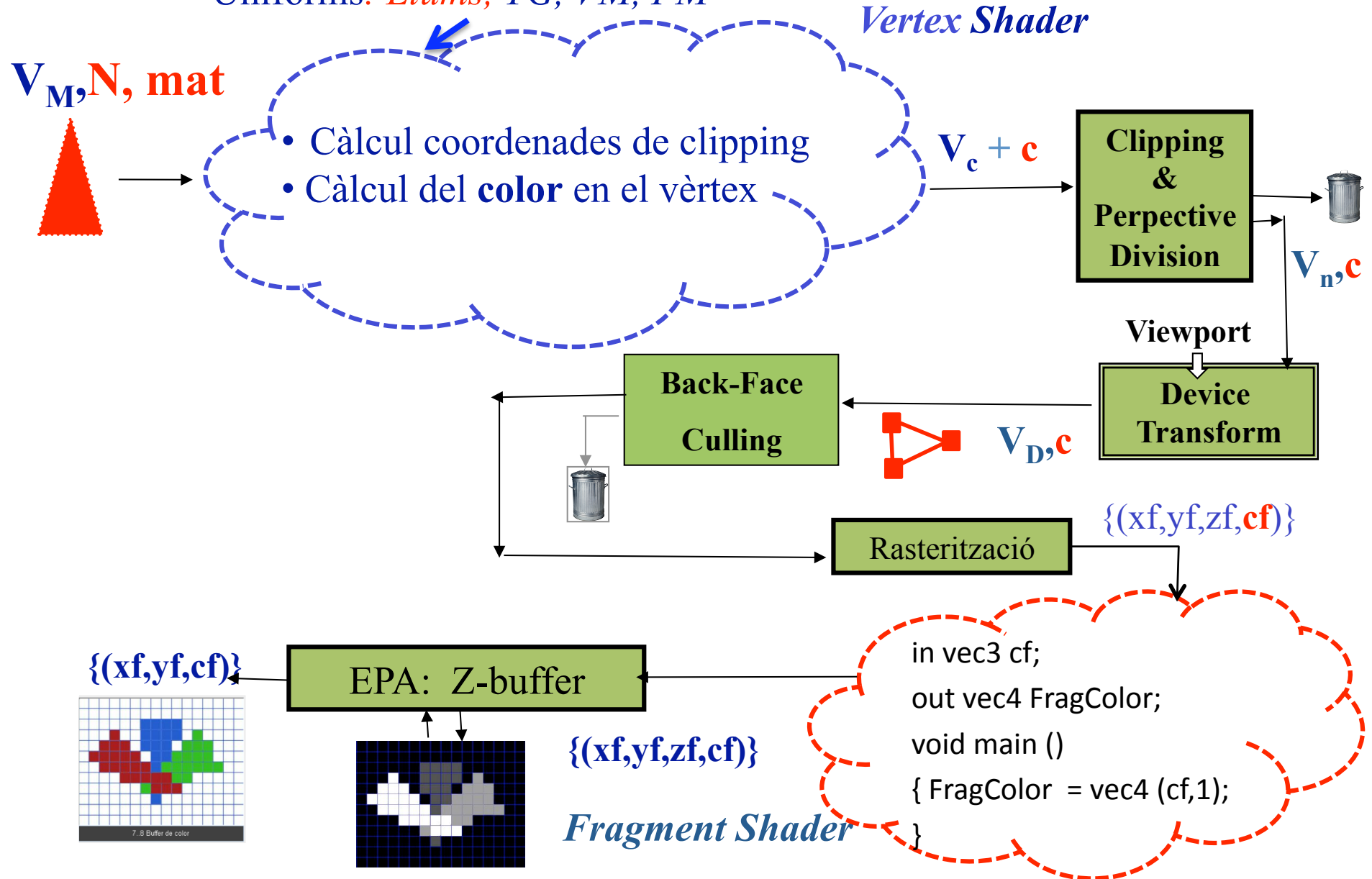
$\cos(\Phi) \Rightarrow \text{dot}(L, N)$

$\cos(\alpha) \Rightarrow \text{dot}(R, V)$

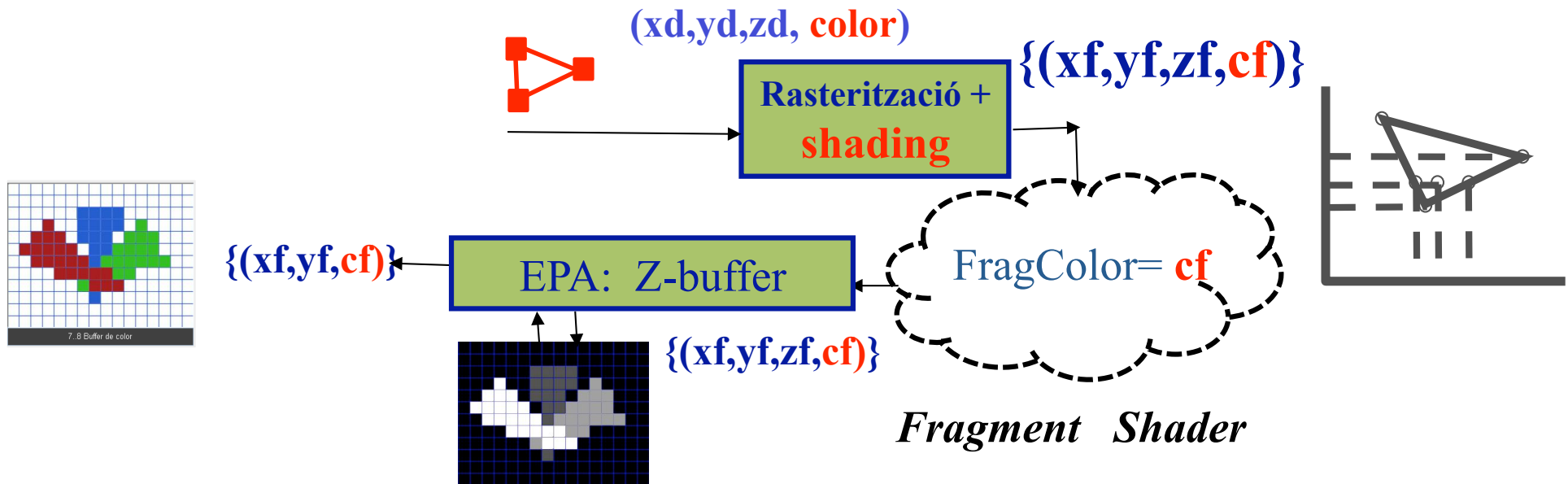


Paradigma projectiu bàsic amb OpenGL 3.3

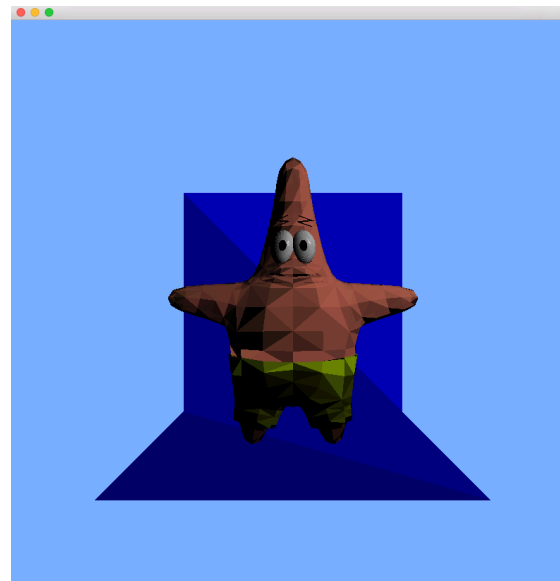
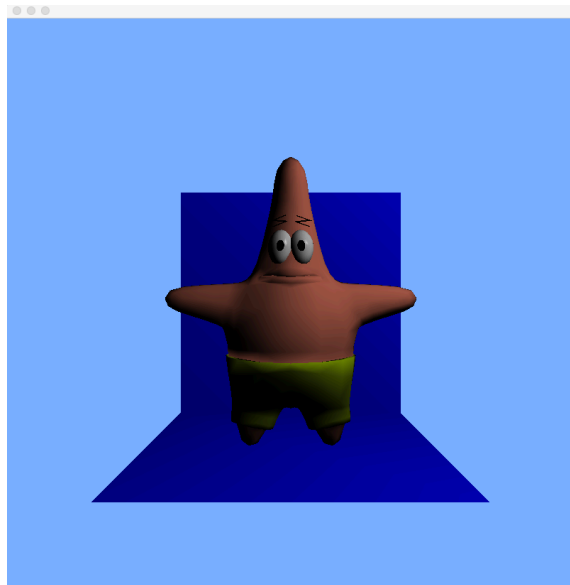
Uniforms: *Llums*, *TG*, *VM*, *PM*



Procés de visualització: Càlcul en VS i Shading

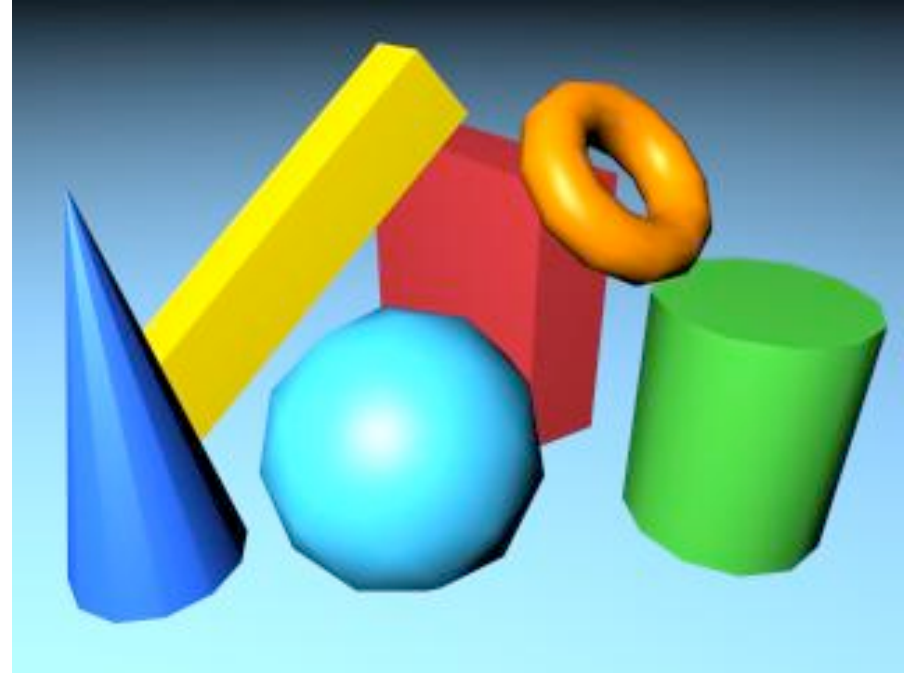


8



**Smooth/Gouraud
Shading
versus
Flat Shading**

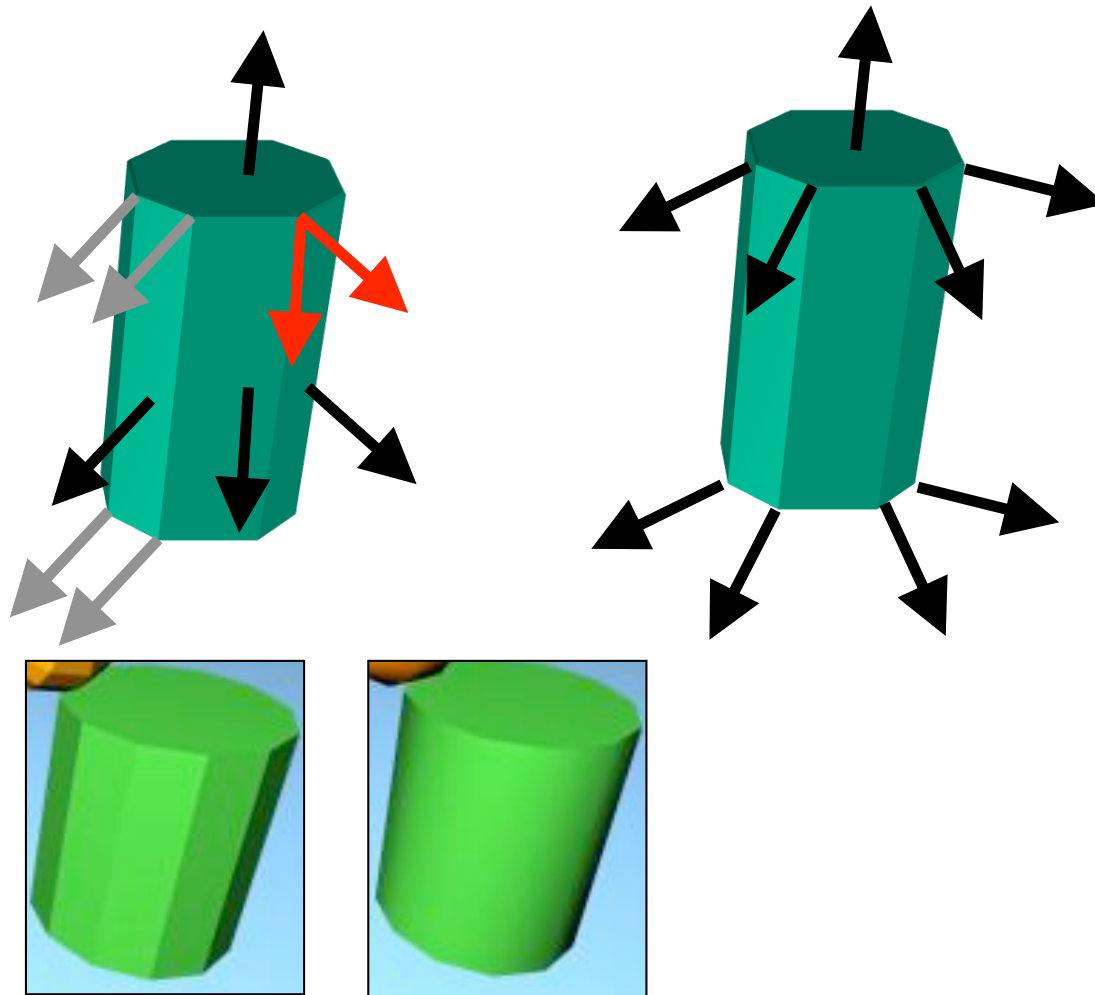
Avantatge de càlcul en VS seguit de Shading: Suavitzat d'arestes



Quin model d'il.luminació i shading s'utilitza?
Per què no es veuen les arestes?
Noteu la forma de les siluetes

Suavitzat d'arestes

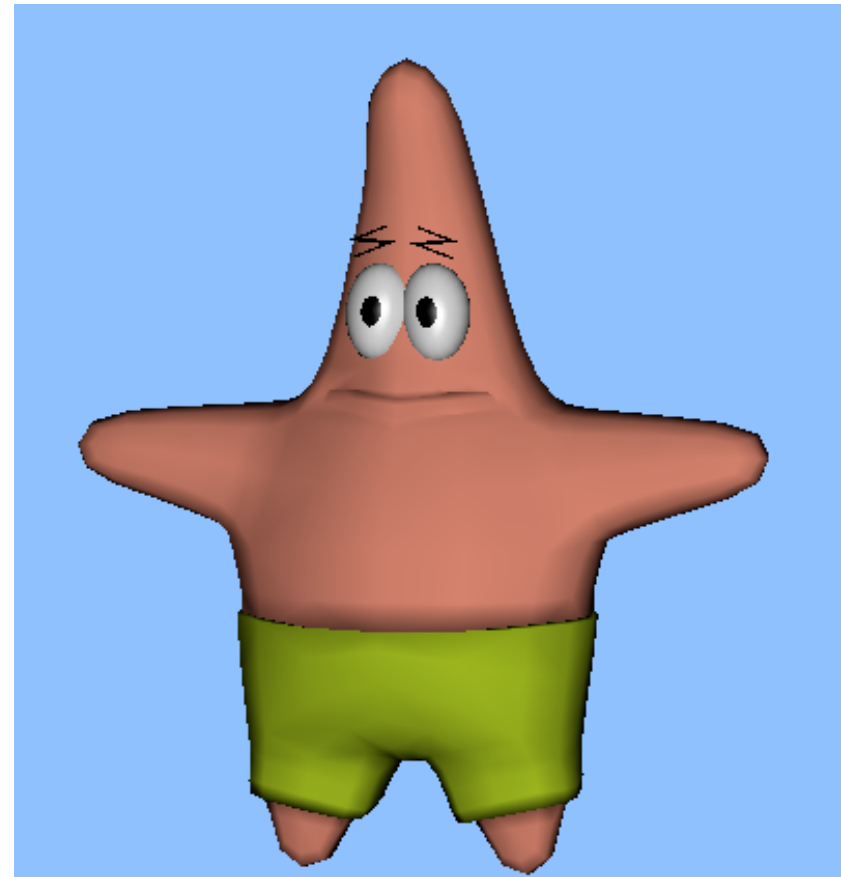
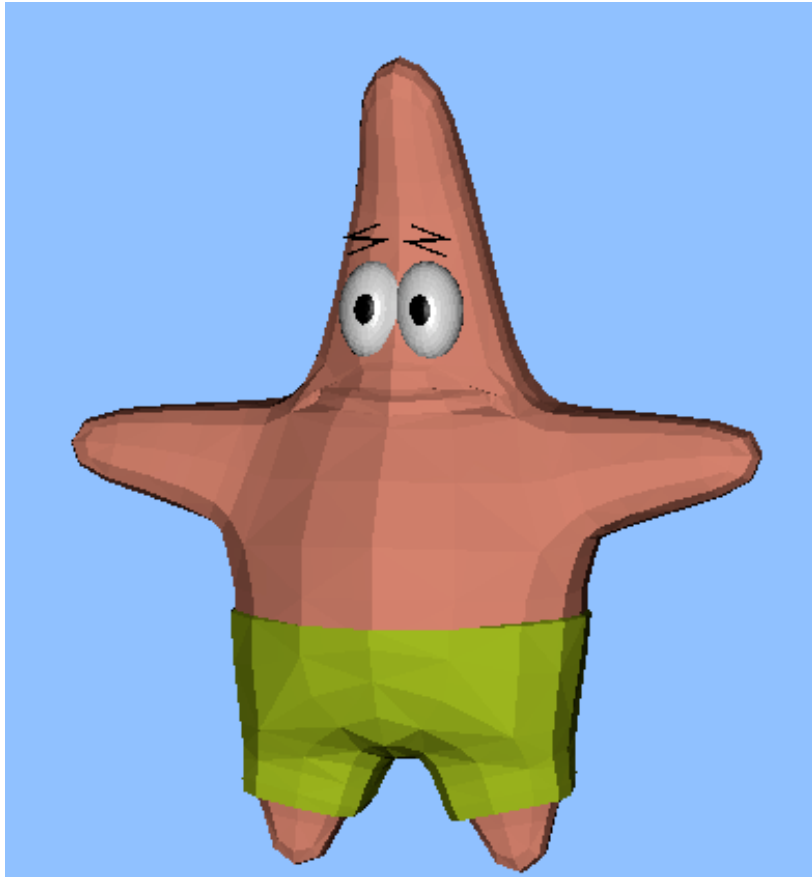
- Normal per cara vs normal per vèrtex



$$\vec{N}_v = \frac{\sum_i \vec{N}_i}{\left\| \sum_i \vec{N}_i \right\|}$$

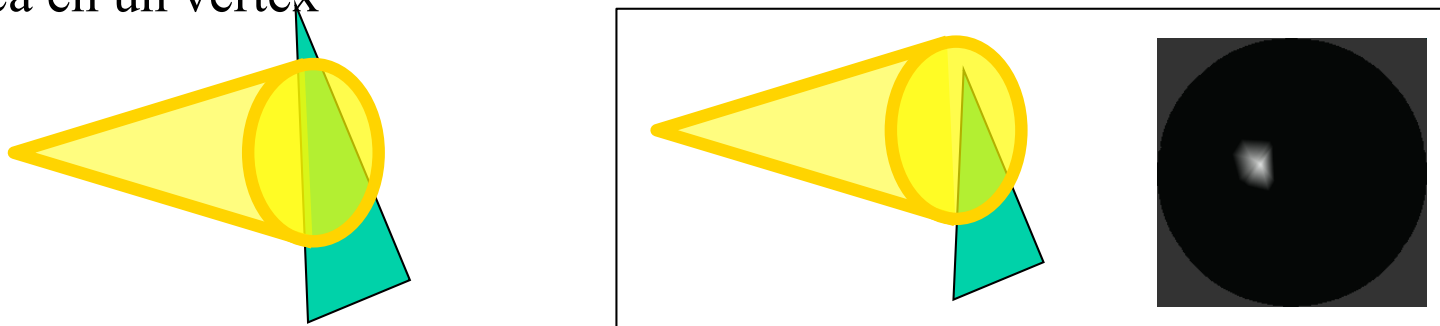
Suavitzat d'arestes: exemple

- Normal per cara vs normal per vèrtex

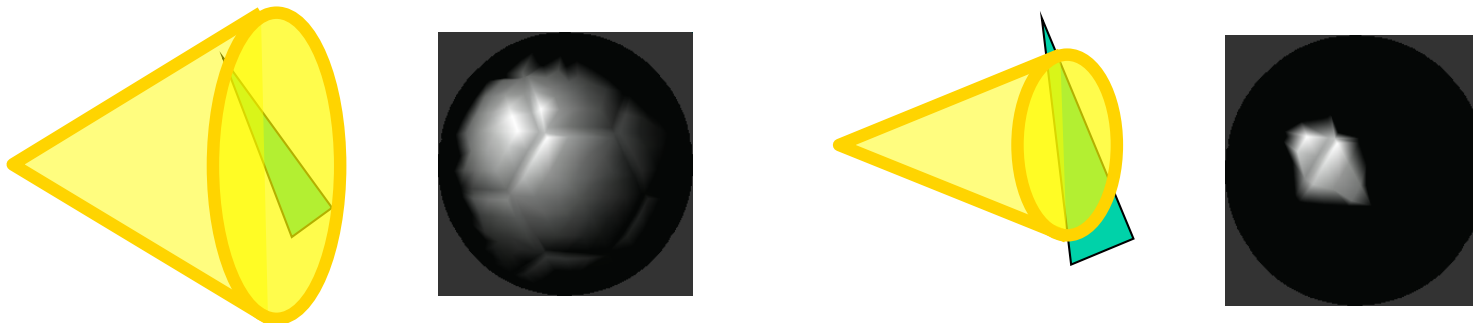


Inconvenients de càlcul en VS seguit de shading:

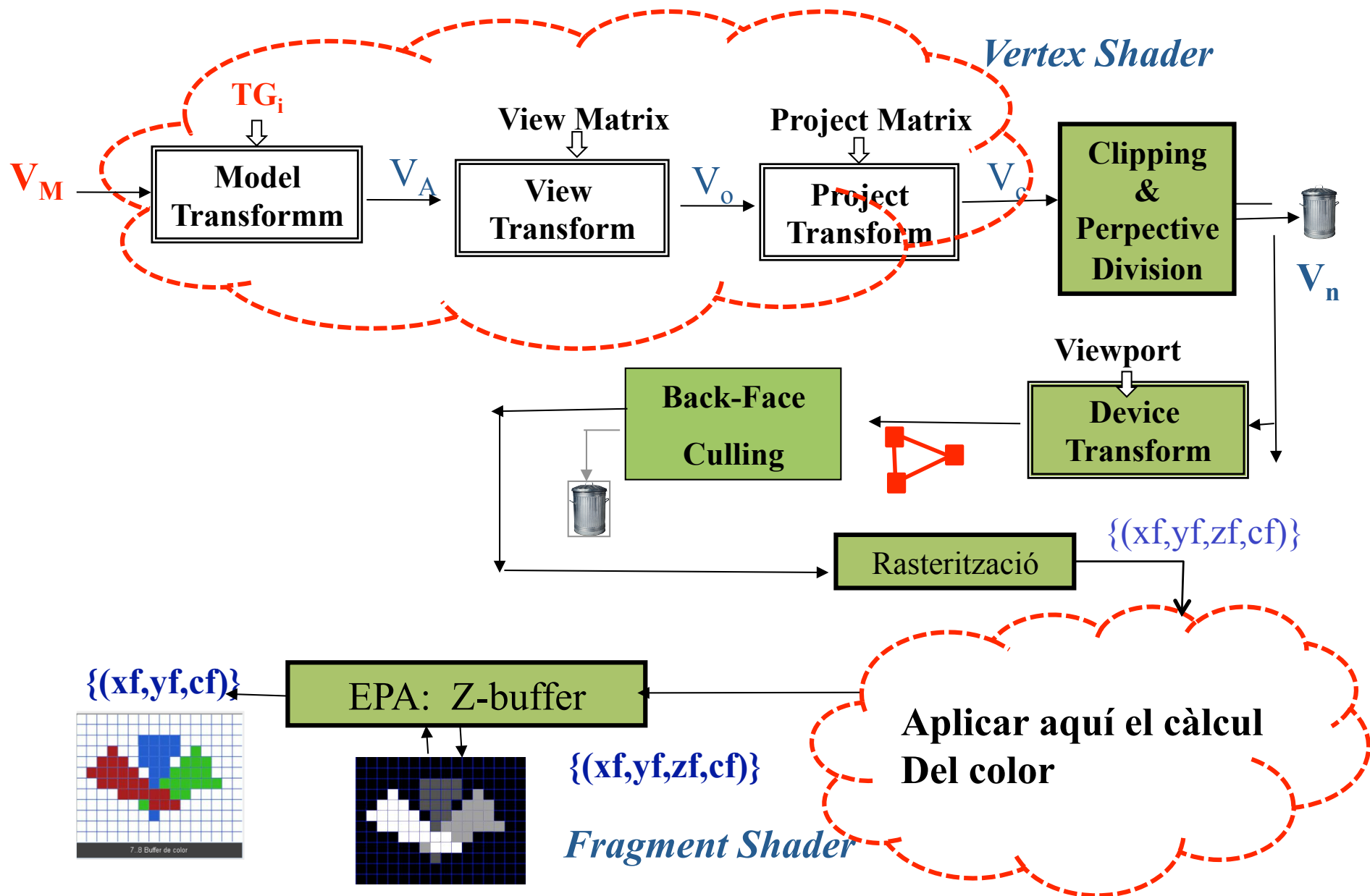
- Taca especular en mig d'una cara → desapareix → discretitzant millor
- Taca en un vèrtex



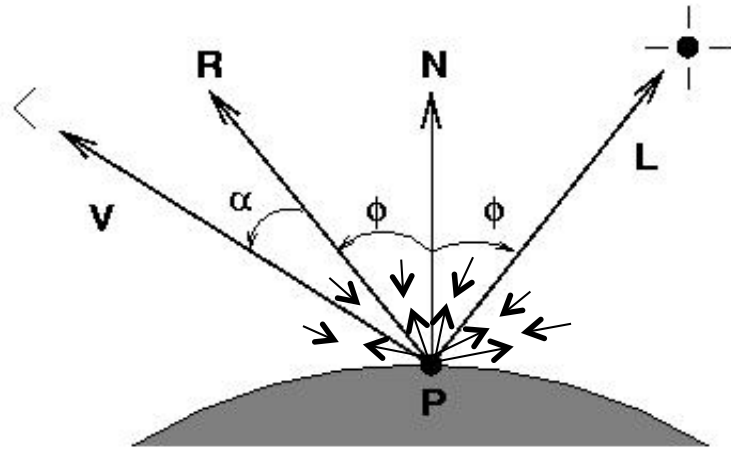
- Il·luminació si ens apropem a un polígon gran →
- Efectes en cara d'un cub → discretitzant millor



Càcul il·luminació en FS



Millor aproximació al càlcul del color en un punt: “Shading de Phong”



$\cos(\Phi) \Rightarrow \text{dot}(L, N)$ en SCO

$\cos(\alpha) \Rightarrow \text{dot}(R, V)$ en SCO

En fragment tenim P en SCD

- Podriem passar a SCO
(matrius inverses de procés visualització)
- Podriem calcular tot el que necessitem però un cert cost...

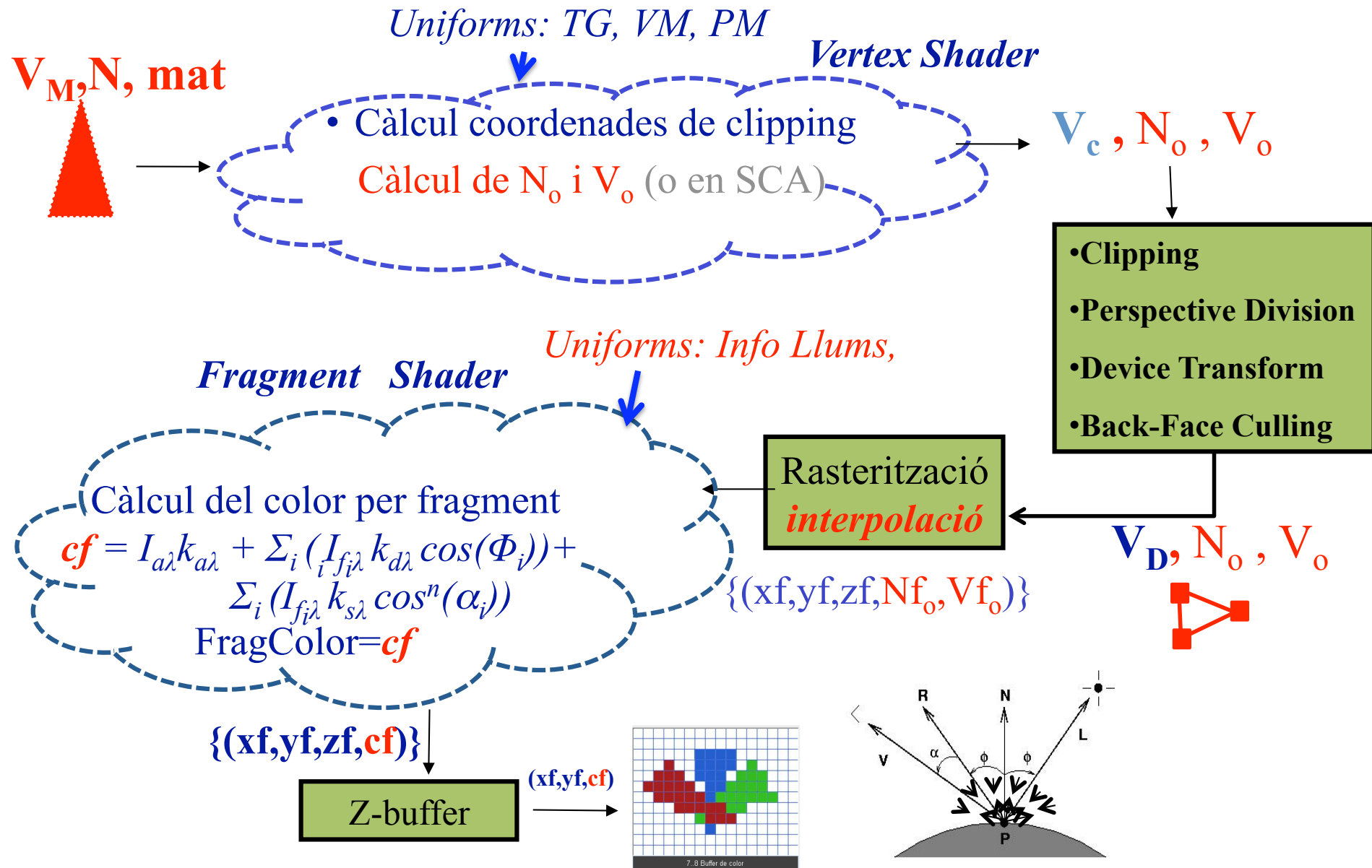
Idea: Per cada píxel (fragment) càlcul del color

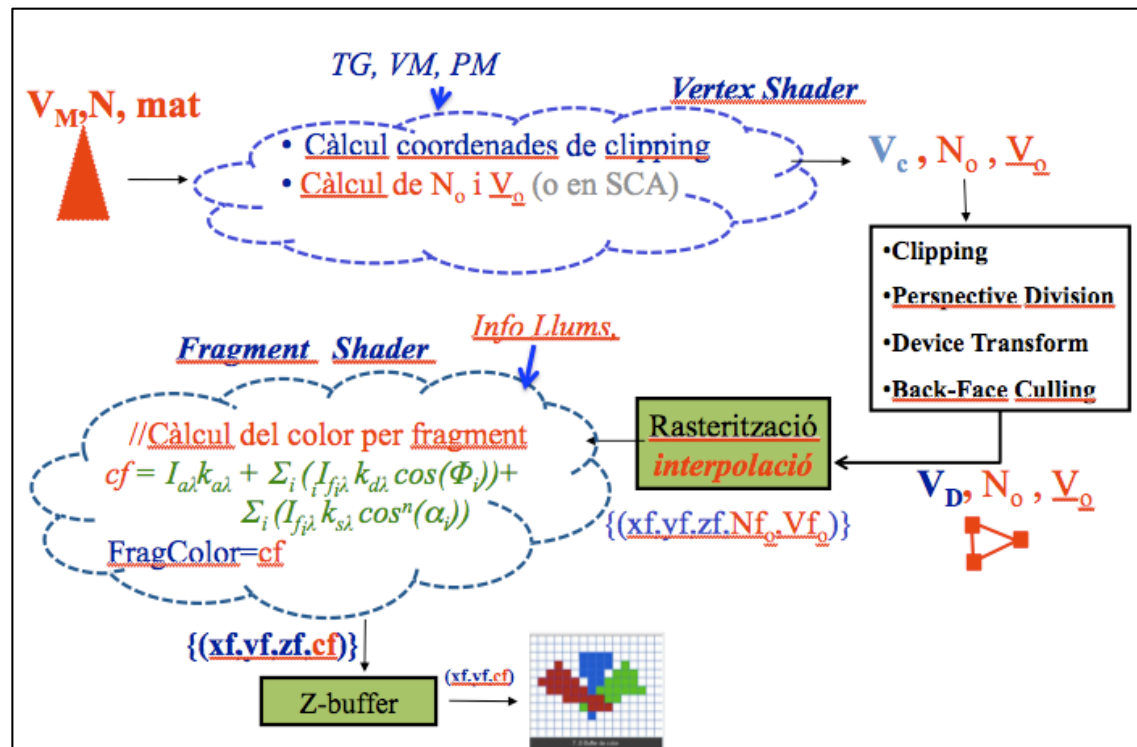
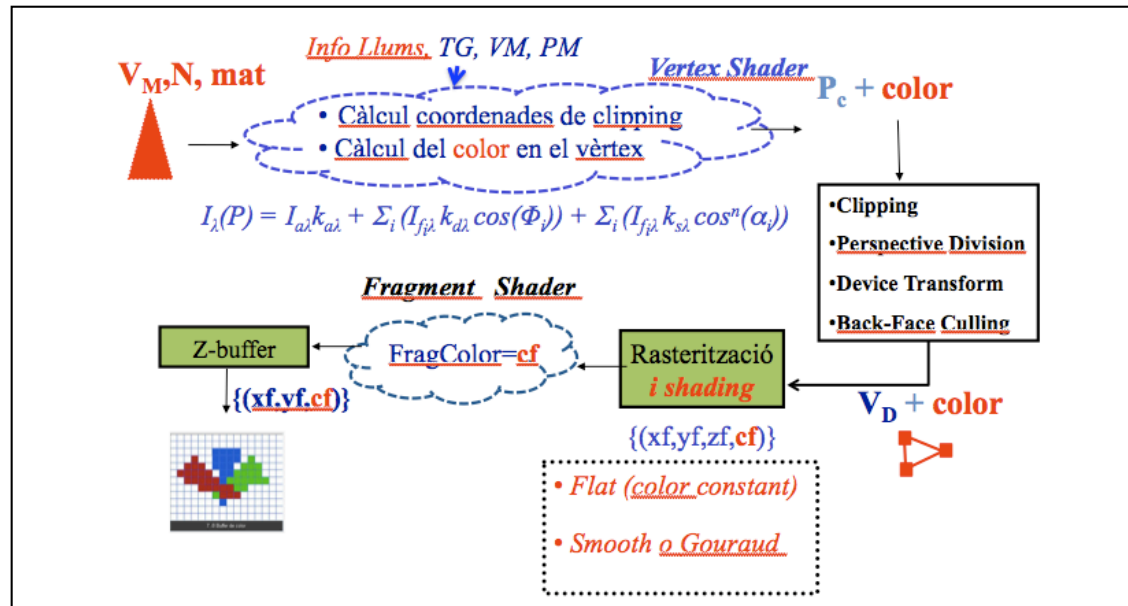
- Càlcul color per fragment:

$$\text{FragColor} = I_{a\lambda} k_{a\lambda} + \sum_i (I_{fi\lambda} k_{di\lambda} \cos(\Phi_i)) + \sum_i (I_{fs\lambda} k_{si\lambda} \cos^n(\alpha_i))$$

- Requereix punt i altres vectors en SCO/SCA
- La rasterització les pot *aproximar* interpolant la informació/atributs “out” associats a cada vèrtex del triangle ☺

Procés de visualització: Shading de Phong i Càlcul en FS





Exercici 1:

Quines constants de material definiries si es vol que un objecte sigui de plàstic polit/brillant de color vermell?
Raona la resposta.

Exercici 2:

Raona amb quins valors inicialitzaries les constants empíriques del material K_d i K_s d'un objecte que té el següent comportament: els reflexos especulars sempre es veuen del mateix color que la llum del focus i la resta de zones il·luminades pel focus es veuen de color groc si el focus és groc i del mateix color que les zones no il·luminades pel focus quan el focus és de color blau.

Exercici 3:

Una esfera brillant de metall que es veu groga quan s'il·lumina amb llum blanca, la posem en una habitació que té llum ambient $(.5, .5, .5)$ i un únic focus, de llum verda, situat 2 metres damunt de la càmera (en direcció de l'eix y).

Quines zones distingirem en la visualització de l'esfera i de quins colors seran?

Justifiqueu la resposta en relació a les propietats del material de l'esfera i les llums. Imagineu que es calcula el color en cada punt de l'esfera.

Exercici 4:

Disposem de dos cubs amb les seves cares paral·leles als plans coordenats, longitud d'aresta igual a 2 i centres als punts $(2,1,2)$ i $(5,1,2)$ respectivament. Els dos cubs són de metall gris i s'il·luminen amb un focus de llum verda situat al punt $(20,1,2)$.

Com és possible que la cara del cub_1 situada en $x=3$ es vegi il·luminada si el cub_2 li fa ombra?

Quines altres cares es veuran il·luminades pel focus?

Exercici 5:

Una escena està formada per dos cubs amb les cares paral·leles als plans de coordenades. El CUB1 té aresta 20, el centre de la seva base en $(0,0,0)$ i és de color verd i mate; el CUB2 té aresta 20, centre de la seva base en $(30,0,0)$ i és del mateix color verd però brillant. Il·luminem l'escena amb un focus groc situat en $(50,10,0)$. L'observador es troba en una posició que pot veure les cares dels cubs ubicades en $x=10$ i $x=40$. Si es pinta l'escena amb OpenGL utilitzant model d'il·luminació de Phong en VS i Smooth shading (Gouraud Shading), de quin color es veuran aquestes cares? No hi ha llum ambient.

- a) La cara en $x=10$ és veurà de color verd constant, la cara en $x=40$ també és veurà de color constant però d'un verd més fosc.
- b) La cara en $x=10$ és veurà de color verd constant, la cara en $x=40$ també és veurà de color constant però d'un verd més clar.
- c) La cara en $x=10$ és veurà de color verd constant, la cara en $x=40$ també és veurà de color constant però d'un verd més clar i amb una taca especular groga en mig de la cara.
- d) La cara en $x=10$ és veurà amb diferents tonalitats de verd, la cara en $x=40$ també és veurà amb diferents tonalitats de verd però més clars i amb una taca especular groga en mig de la cara.

Exercici 6:

Suposeu que tenim un triangle de vèrtexs $V1=(2,0,0)$, $V2=(-2,0,-2)$ i $V3=(-2,0,2)$ i volem calcular la il·luminació que fa en ell un focus de llum puntual de color blanc situat a la posició $(2,4,0)$. Suposant que usem el model d'il·luminació de Phong, que l'observador es troba a la posició $(2,4,0)$ i que el material del triangle té propietats $k_a=(0,0,0)$, $k_d=(0,0,0.8)$, $k_s=(0.8,0.8,0.8)$ i $n=100$, indiqueu, justificant la resposta, com es veurà pintat el triangle a la vista en els següents casos (no es necessari que realitzeu càlculs explícits, simplement raoneu el resultat):

- a) La normal als tres vèrtexs és la normal del triangle. La cara mira cap al semiespai on es troba el focus de llum i s'usa colorat (shading) constant.
- b) La normal és diferent per a cada vèrtex. La normal al vèrtex $V1$ és $(0,1,0)$. La normal als vèrtexs $V2$ i $V3$ és $(-1,1,0)$. S'usa colorat de Gouraud.

Exercici 7:

Una escena està formada per tres cubs d'aresta 2, centrats als punts $(-5, 0, 0)$, $(0, 0, 0)$ i $(5, 0, 0)$ i amb cares paral·leles als plans de coordenades. Els cubs són de color magenta mat.

Ubiquem un focus de llum blanca en la posició $(0, 0, 0)$. No hi ha llum ambient. De quin color s'observaran les cares dels cubs ubicades en $x=6$ i $x=-4$?

Observació: la ubicació de la càmera permet veure totes dues cares.

- a) Es veuran negres perquè el focus de llum està dins del cub centrat en $(0, 0, 0)$
- b) Si es té activat el *back-face culling*, es veuran les dues cares de color magenta, més fosca la de $x=6$ perquè està més lluny del focus
- c) Es veurà la cara en $x=6$ negra i la $x=-4$ de color magenta
- d) Si es té activat el *back-face culling*, es veuran les dues cares de color magenta, més fosca la de $x=-4$

Exercici 31:

Un cub amb constants de material $K_d=(0.8,0,0.8)$ i $K_s=(1,1,1)$ i $N=100$, és il·luminat amb un focus que emet llum de color $(1,1,0)$. No hi ha llum ambient. La càmera (correctament definida) és axonomètrica i l'observador i el focus estan a una distància 10 d'una cara (i mirant cap a ella) sobre una recta que és perpendicular a la cara i que passa pel seu centre. Indica, raonant la resposta:

- a) quins colors observa l'observador en el cub si s'utilitza *FLAT shading* (colorat constant)? Indica els colors dels vèrtexs.
- b) quins colors observa l'observador en el cub si es pinta amb *SMOOTH shading* (colorat de Gouraud)?