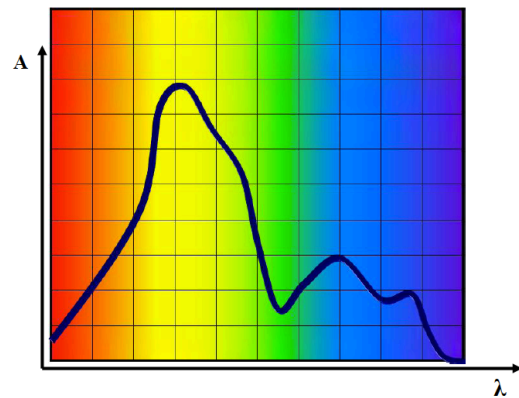
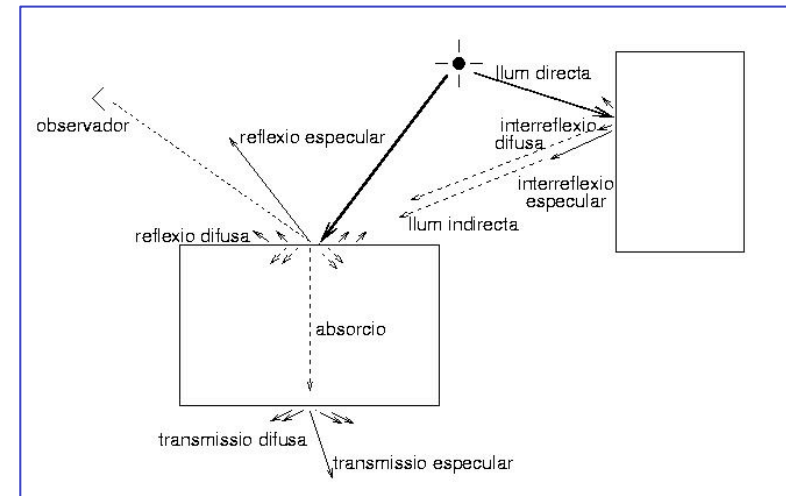
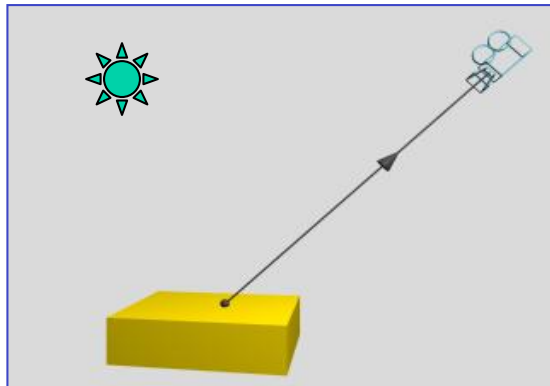


Classe 8: contingut

- Realisme: Il·luminació (3)
 - Breu repàs: models empírics, càlcul en VS, shading
 - Il·luminació en OpenGL 3.3 (en fragment shader)
- Exercicis d'il·luminació
- Models de color




Color d'un punt

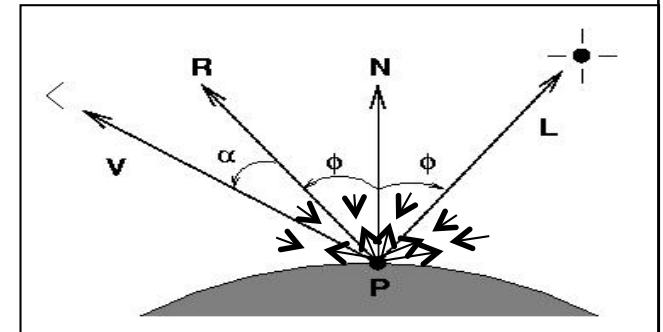
El color amb el que un Observador veu un punt P de l'escena és el color de la llum que arriba a l'Obs procedent de P: $I_\lambda(P \rightarrow Obs)$



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

Resum Models Empírics

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	



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

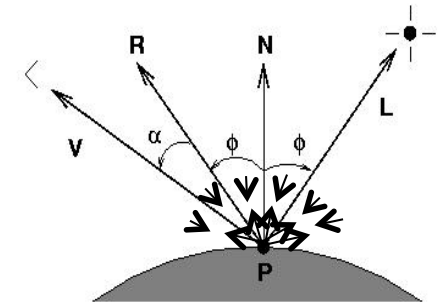
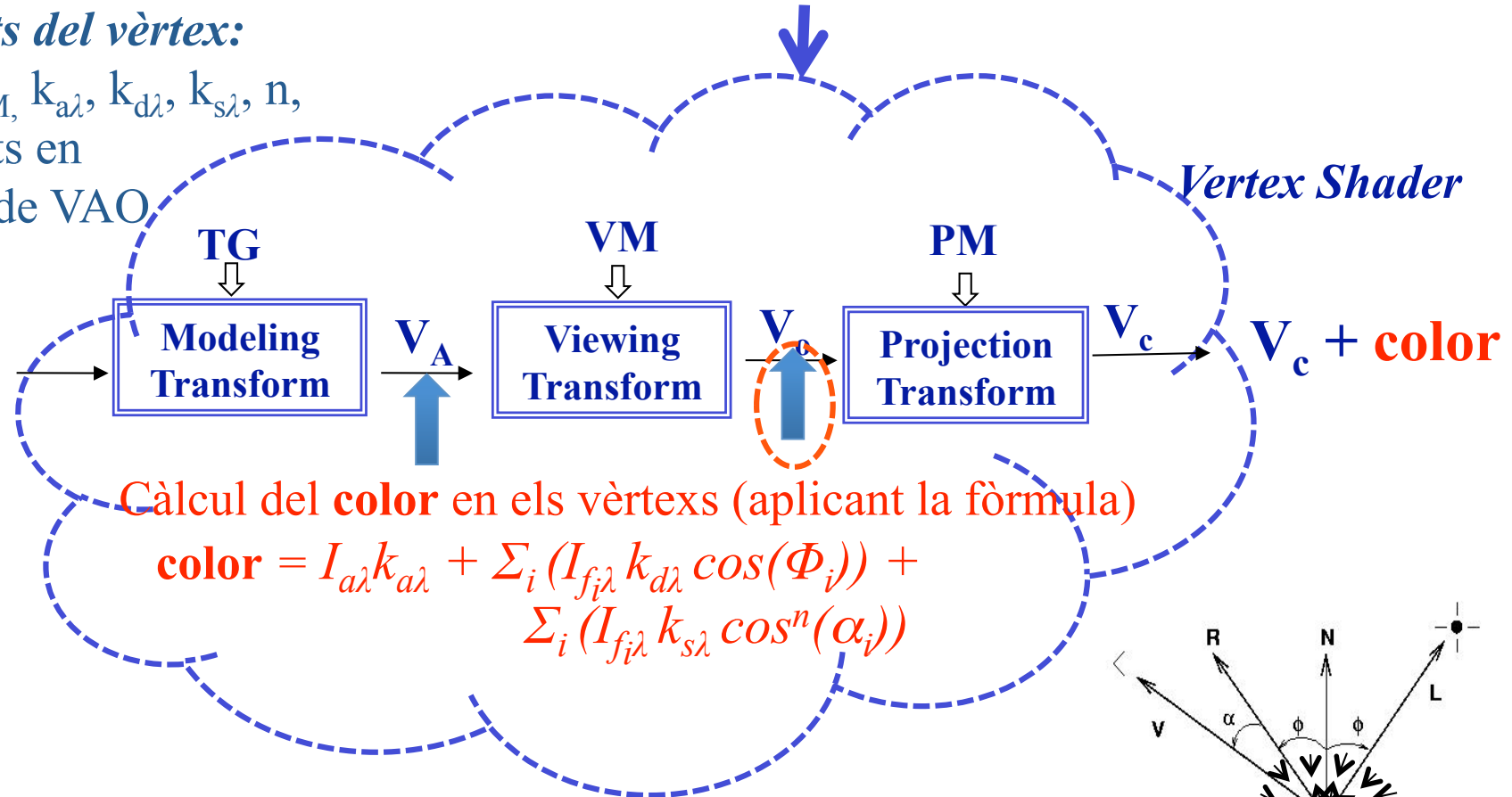
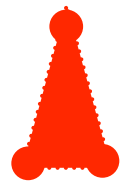
Procés de visualització: Càlcul color en VS

Uniforms:

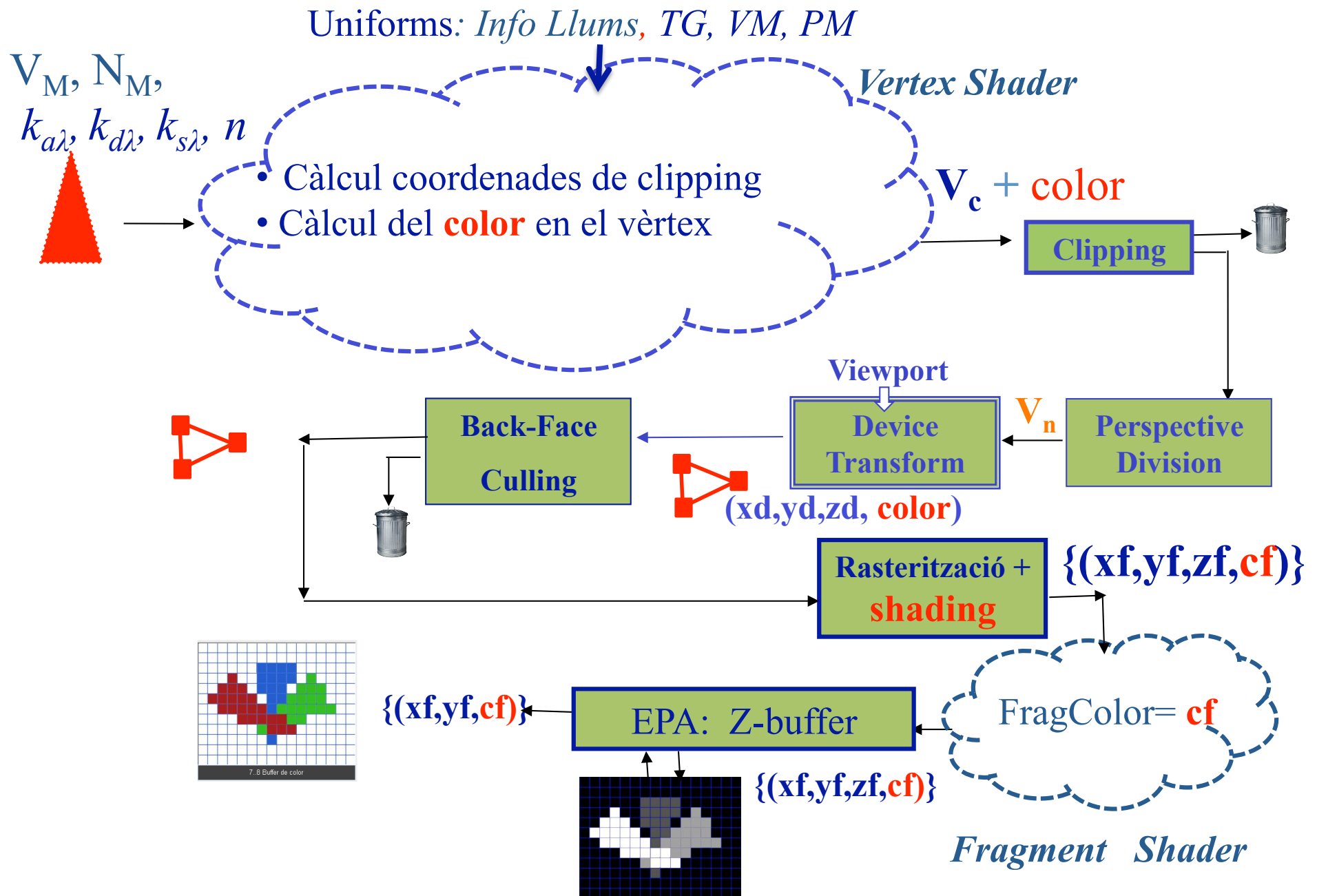
- Fonts de llum actives => color, posició
- Color llum ambient

Atributs del vèrtex:

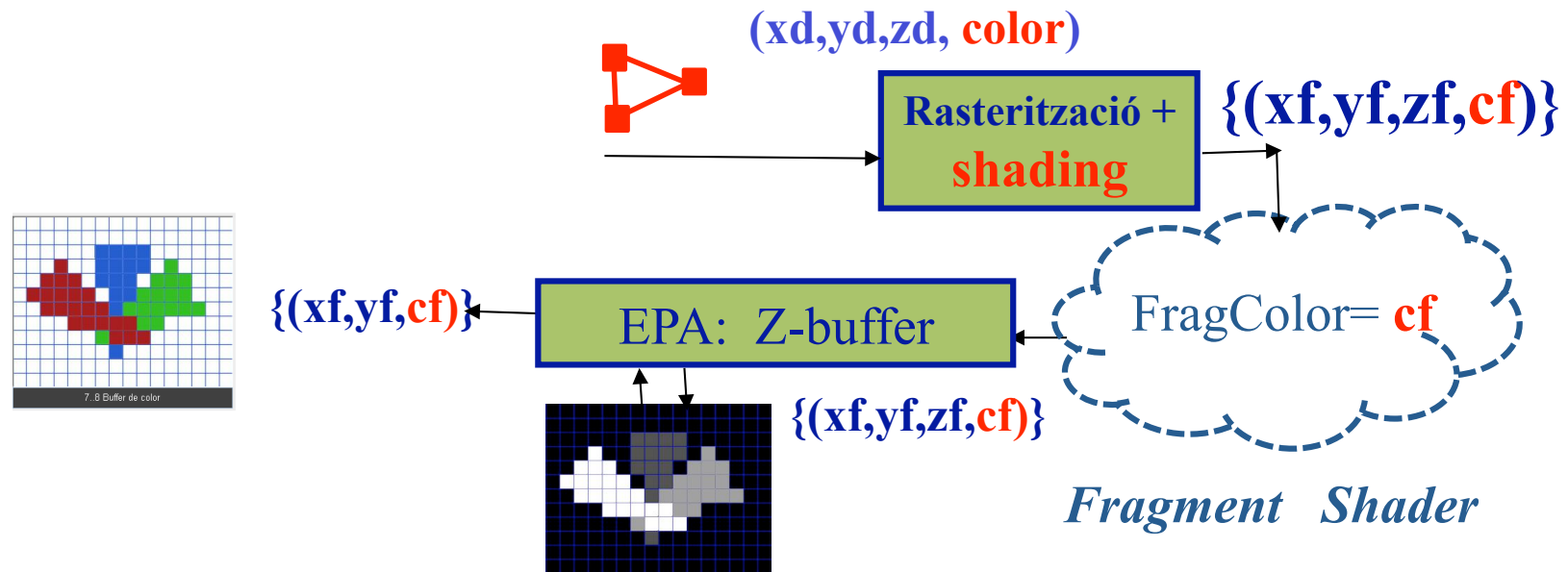
$V_M, N_M, k_{a\lambda}, k_{d\lambda}, k_{s\lambda}, n$,
guardats en
VBOs de VAO



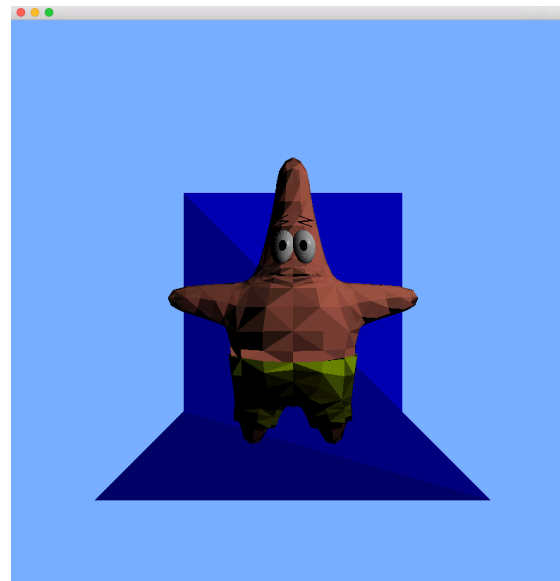
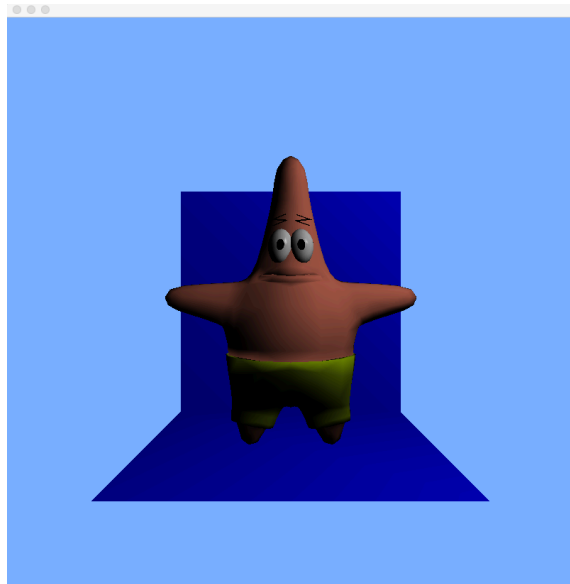
Procés de visualització: Shading (colorat) de polígons



Procés de visualització: Càlcul en VS i Shading



6

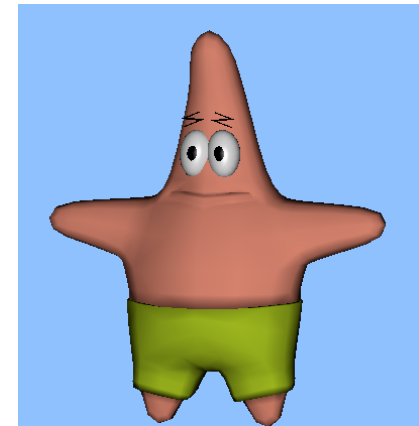
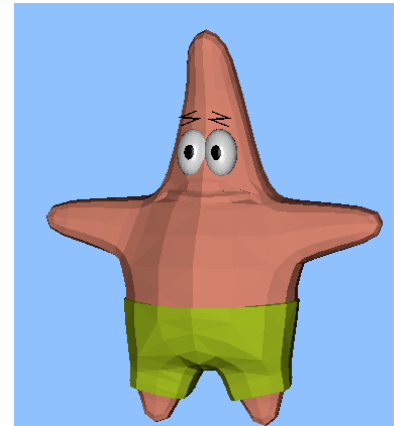
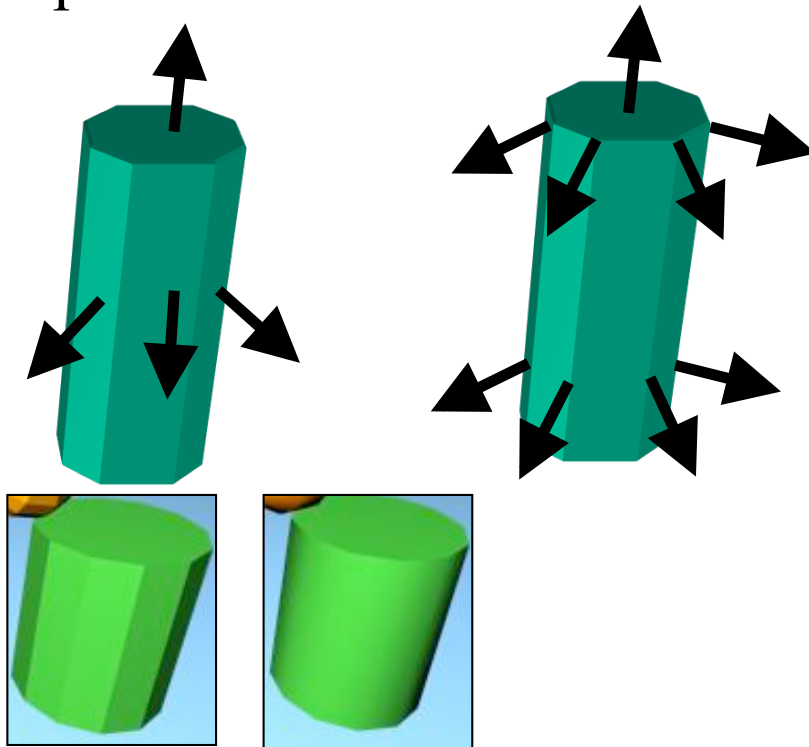


**Flat Shading versus
Smooth/Gouraud
Shading**

Problemes del colorat de polígons: no comportament com esperem per model físic

- Taca especular en mig d'una cara → desapareix → discretitzant millor
- Taca en un vèrtex → s'expandeix
- Il·luminació si ens apropem a un polígon gran → discretitzant millor

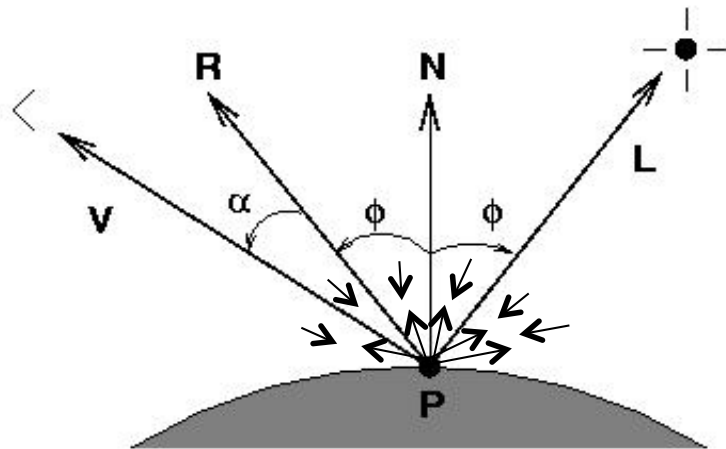
Punts positius del smooth shading amb “Normal per Vèrtex”
→ permet suavitzar d'arestes



Classe 8: contingut

- Realisme: Il·luminació (3)
 - Breu repàs: models empírics, càlcul en VS, shading
 - **Il·luminació en OpenGL 3.3 (en fragment shader)**
- Exercicis d'il·luminació
- Models de color

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



Idea 2:

- Podem fer “out” del VS dels atributs associats a vèrtex com N, V (en SCO) i també de les constants de material .
- La rasterització aproximarà els seus valors pel fragment interpolant la informació dels vèrtexs del triangle ☺

Idea 1: Per cada píxel (fragment) càlcul del color

- Càlcul color per fragment:

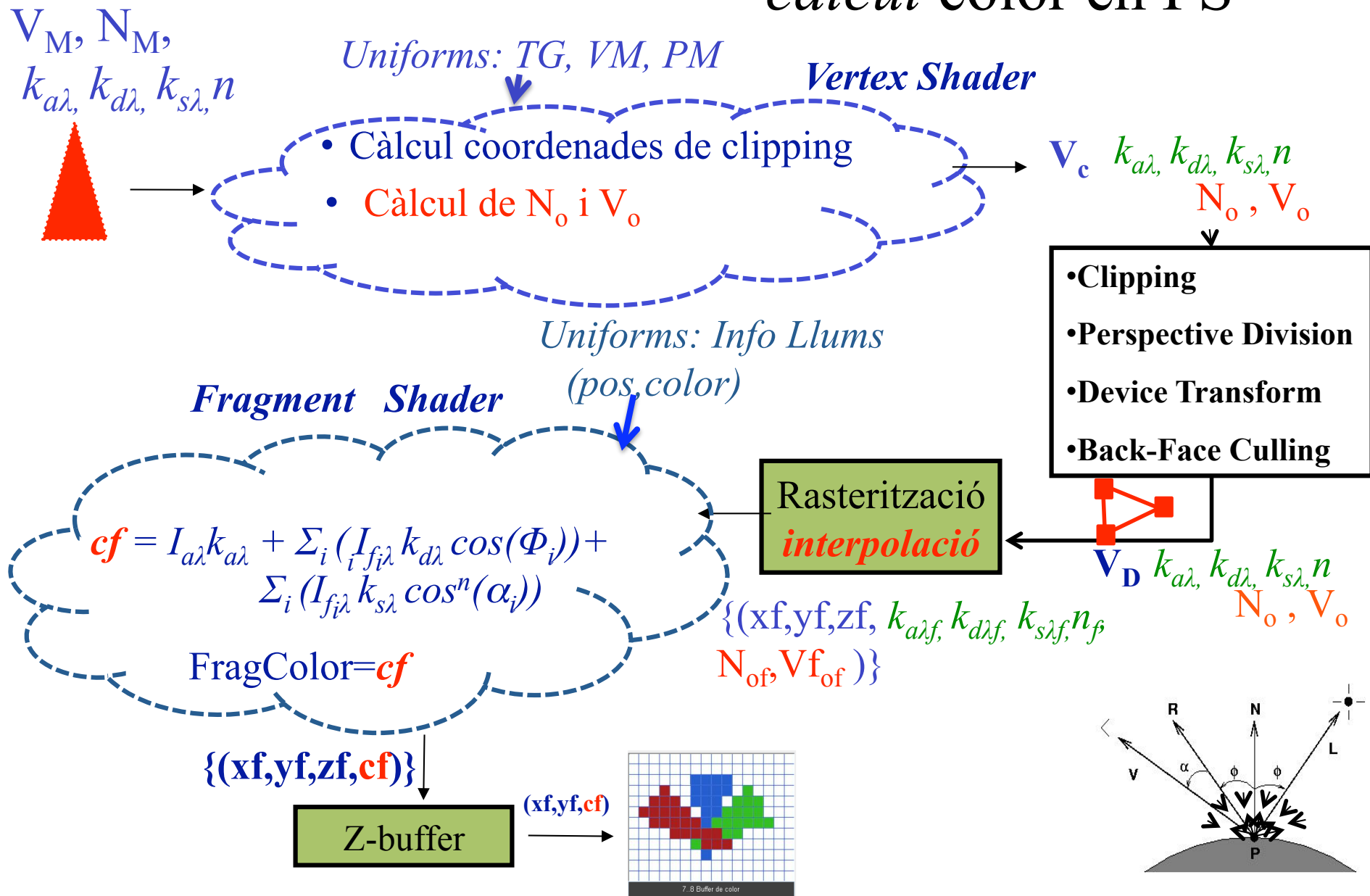
$$FragColor = I_{a\lambda} k_{a\lambda} + \sum_i (I_{fi\lambda} k_{di\lambda} \cos(\Phi_i)) + \sum_i (I_{fs\lambda} k_{si\lambda} \cos^n(\alpha_i))$$

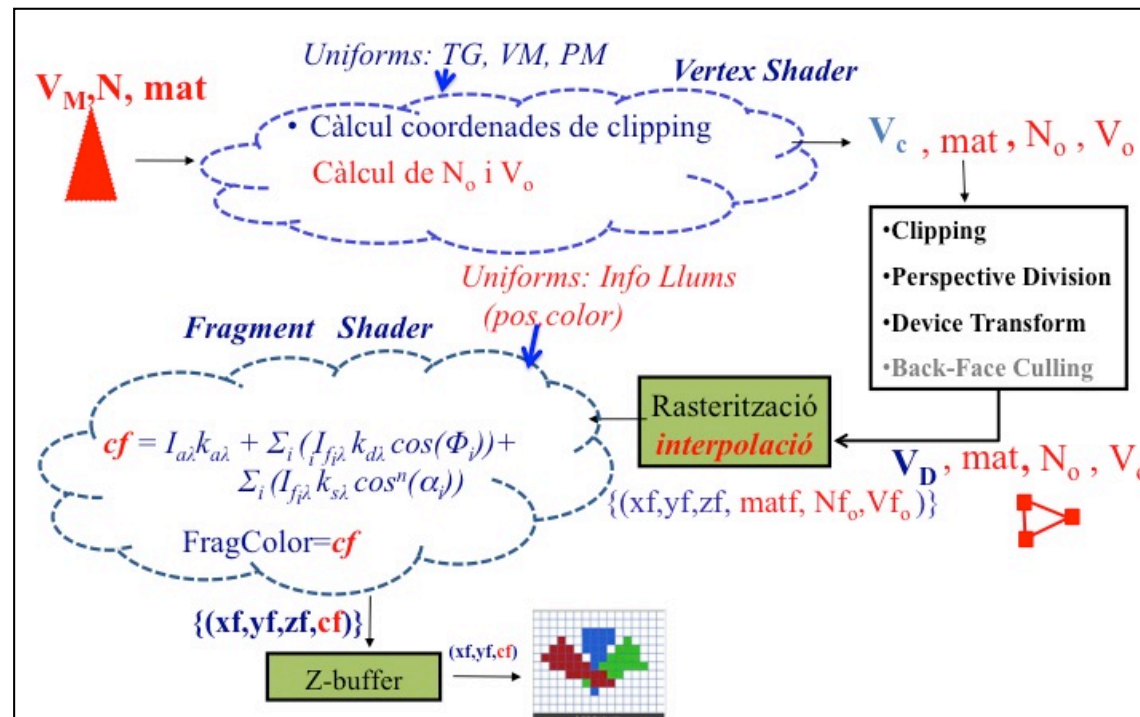
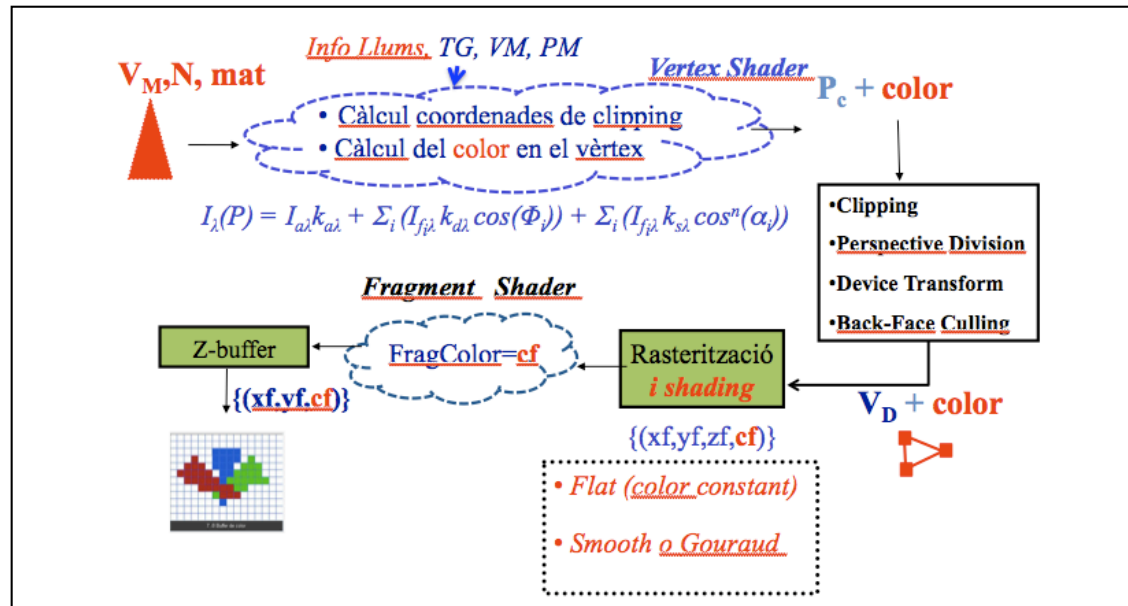
$\cos(\Phi) \Rightarrow \text{dot}(L, N)$ en SCO

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

- Requereix info de llums \Rightarrow *uniforms*
- Requereix el punt, altres vectors en SCO o SCA i les constants material
- Tenim el punt en SCD \Rightarrow *podríem calcular les seves coordenades en SCO o SCA; però com podem saber N i les constants material?*

Procés de visualització: Phong Shading i càlcul color en FS





Classe 8: contingut

- Realisme: Il·luminació (3)
 - Breu repàs: models empírics, càlcul en VS, shading
 - Il·luminació en OpenGL 3.3 (en fragment shader)
- **Exercicis d'il·luminació**
- Models de color

Exercici 4:

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 58:

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:

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:

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:

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)?