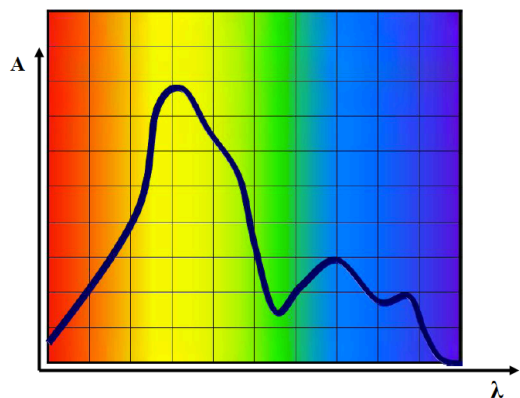
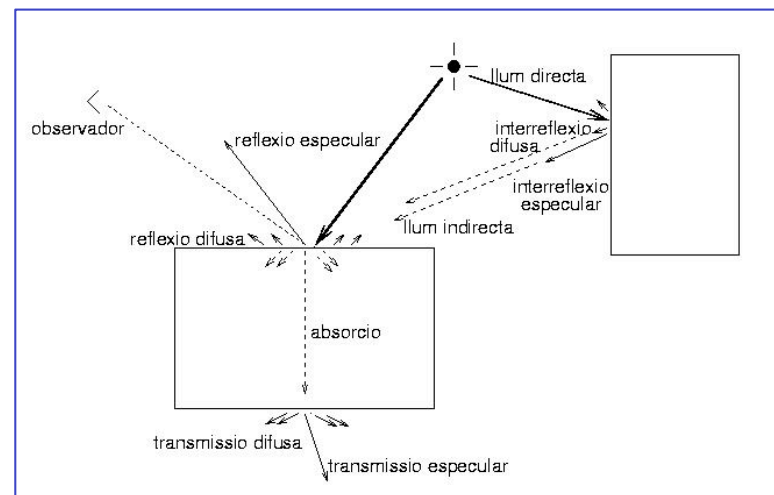
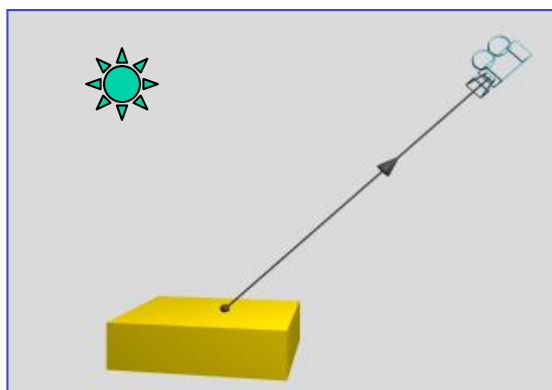


Classe 7: contingut

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

Color d'un punt (recordatori)

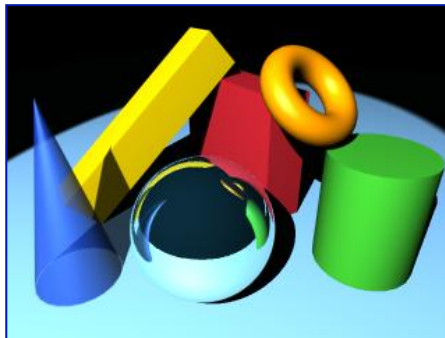
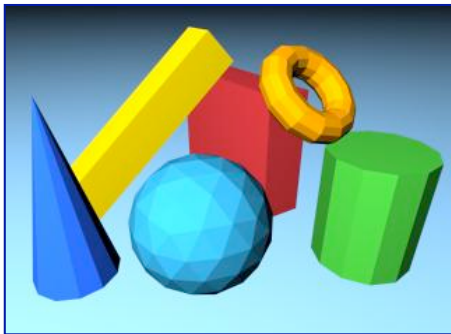
El color amb el que un Observador veu un punt P de l'escena és el color de la llum que arriba a l'Obs procedent de P: $I_\lambda(P \rightarrow Obs)$



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

Models d'il·luminació (recordatori)

- Els models d'il·luminació simulen les lleis físiques que determinen el color d'un punt. El càlcul exacte és computacionalment inviable.
- Una primera simplificació és usar només les energies corresponents a les llums vermella, verda i blava.
- Classificació dels models d'il·luminació:
 - Models Locals o empírics
 - Models Globals: traçat de raig, radiositat

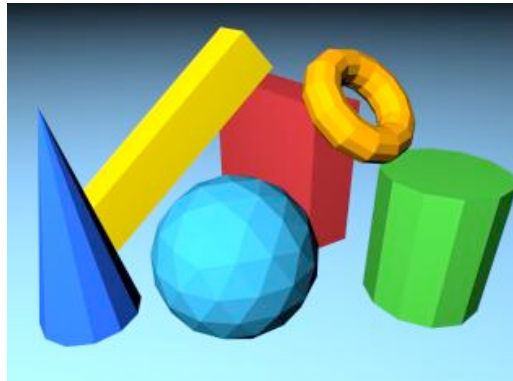


Classe 7: contingut

- Realisme: Il·luminació (2)
 - **Models empírics i propietats de materials**
 - Alguns exercicis
 - Il·luminació en OpenGL 3.3 (1)
 - Càlcul de color en vèrtexs
 - Shading de polígons
 - Suavitzat d'arestes

Models locals o empírics

- Només consideren pel càlcul del color: el punt **P** en què es calcula, els focus de llum (sempre puntuals) i la posició de l'observador.
- No consideren altres objectes de l'escena (no ombres, no miralls, no transparències).
- Aproximen la transmissió de la llum per fórmules empíriques i les propietats de reflexió dels materials per constants.



Model empíric ambient

- No es consideren els focus de llum de l'escena.
- La llum ambient és deguda a reflexions difuses de llum entre objectes, per tant es considera que no prové de cap focus específic i no té cap direcció concreta.
- Tots els punts de l'escena reben la mateixa aportació de llum.
- S'observarà el mateix color en tots els punts d'un mateix objecte.
- Equació: $I_{\lambda}(P) = I_{a\lambda} k_{a\lambda}$
 - $I_{a\lambda}$: color de la llum ambient
 - $k_{a\lambda}$: coef. de reflexió ambient

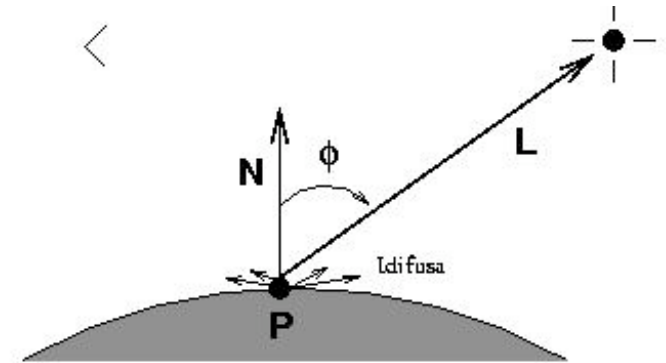


Model empíric difús (Lambert)

- Focus puntuals. Objectes només tenen reflexió difusa pura.
- Podem imaginar que el punt **P** irradia la mateixa llum en totes direccions i per tant el seu color no depèn de la direcció de visió.

$$I_{\lambda}(P) = I_{f\lambda} k_{d\lambda} \cos(\Phi)$$

si $|\Phi| < 90^\circ$



- $I_{f\lambda}$: color (r,g,b) de la llum del focus puntual f
- $k_{d\lambda}$: coef. de reflexió difusa del material
- $\cos(\Phi)$: cosinus de l'angle entre la llum incident i la normal a la superfície en el punt **P**



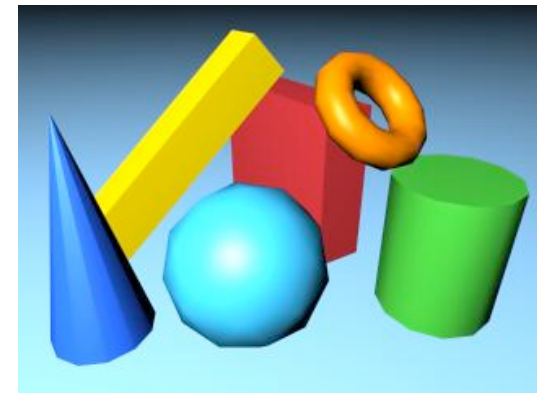
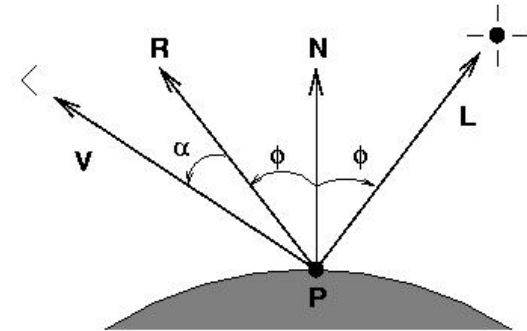
Model empíric especular (Phong)

- Focus de llum puntuals i objectes només reflexió especular.
- L'observador només podrà observar la reflexió especular en un punt si es troba en la direcció de la reflexió especular.
- La direcció d'especularitat és la simètrica de **L** respecte **N** i es pot calcular com: $\mathbf{R} = 2\mathbf{N}(\mathbf{N} \cdot \mathbf{L}) - \mathbf{L}$ si tots els vectors són normalitzats.

$$I_{\lambda}(P) = I_{f\lambda} k_{s\lambda} \cos^n(\alpha)$$

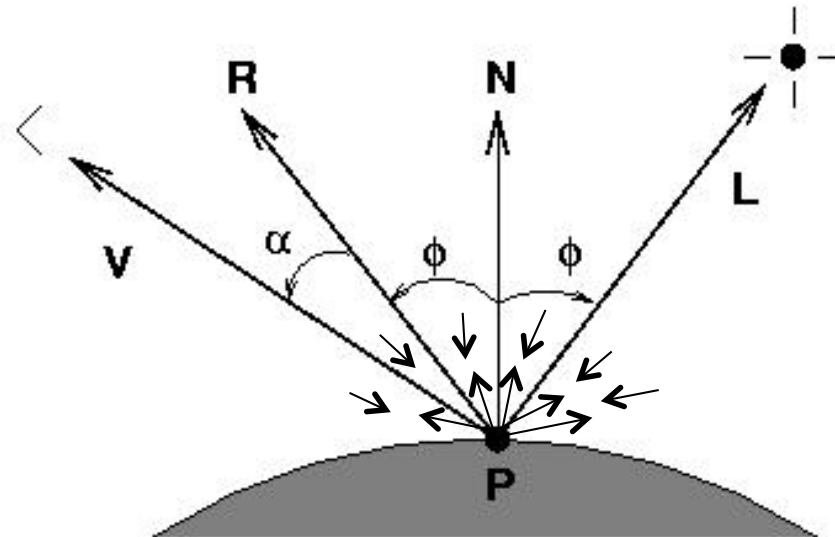
si $|\Phi| < 90^\circ$

- $I_{f\lambda}$: color (r,g,b) del focus puntual f
- $k_{s\lambda}$: coef. de reflexió especular (x,x,x)
- n : exponent de reflexió especular



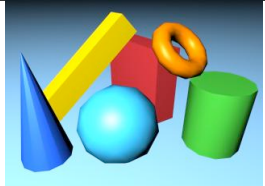


- Veure applets llibre

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



Resum

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	

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

Exercici 48:

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

Exercici 1:

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 6:

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 $(20,1,2)$.

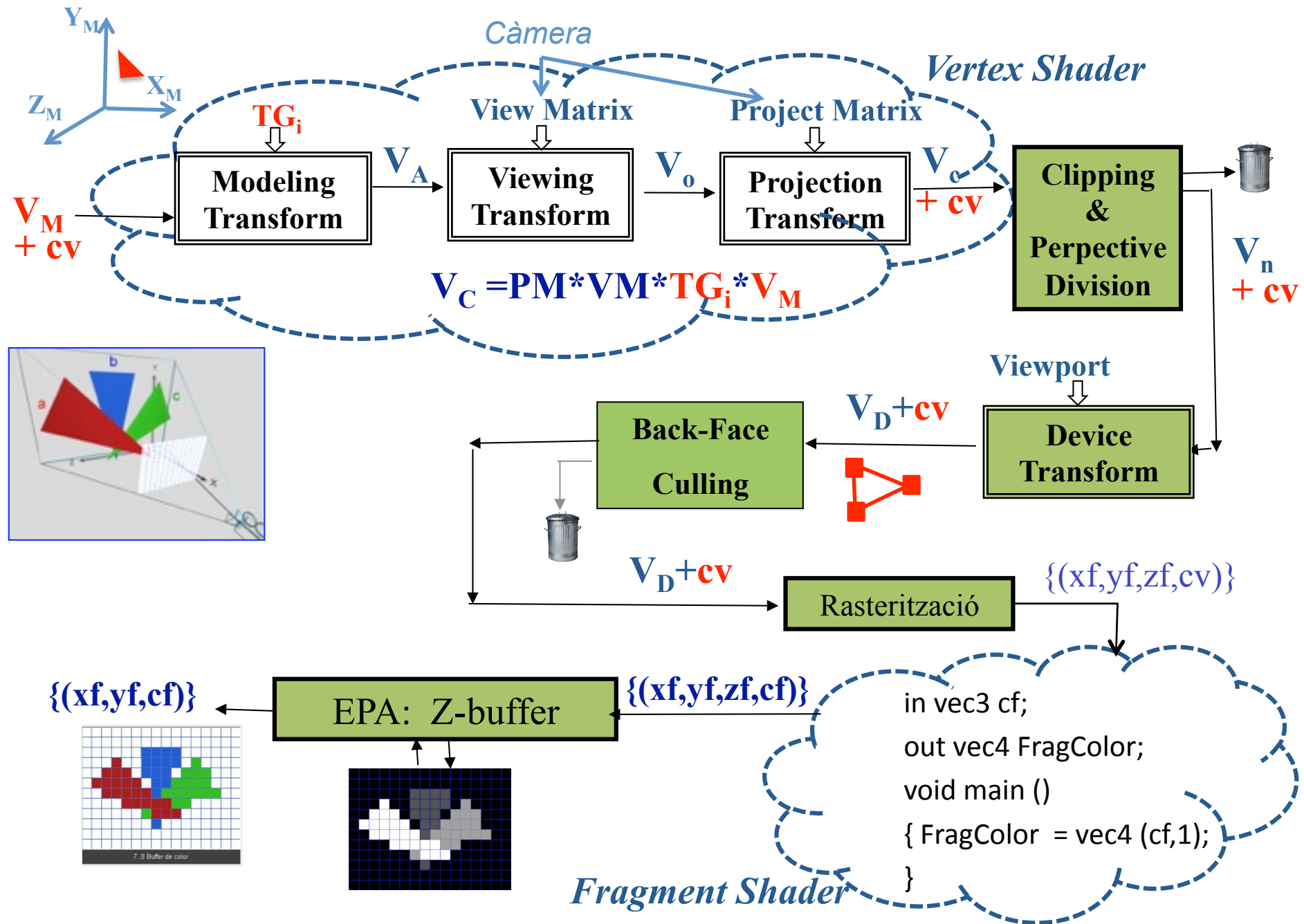
Com és possible que la cara del cub_1 situada en $x=3$ es vegi il·luminada si el cub_2 li fa ombra?

Quines altres cares es veuran il·luminades pel focus?

Classe 7: contingut

- Realisme: Il·luminació (2)
 - Models empírics i propietats de materials
 - Alguns exercicis
 - **Il·luminació en OpenGL 3.3 (1)**
 - Càlcul de color en vèrtexs
 - Shading de polígons
 - Suavitzat d'arestes

Procés de visualització:recordatori



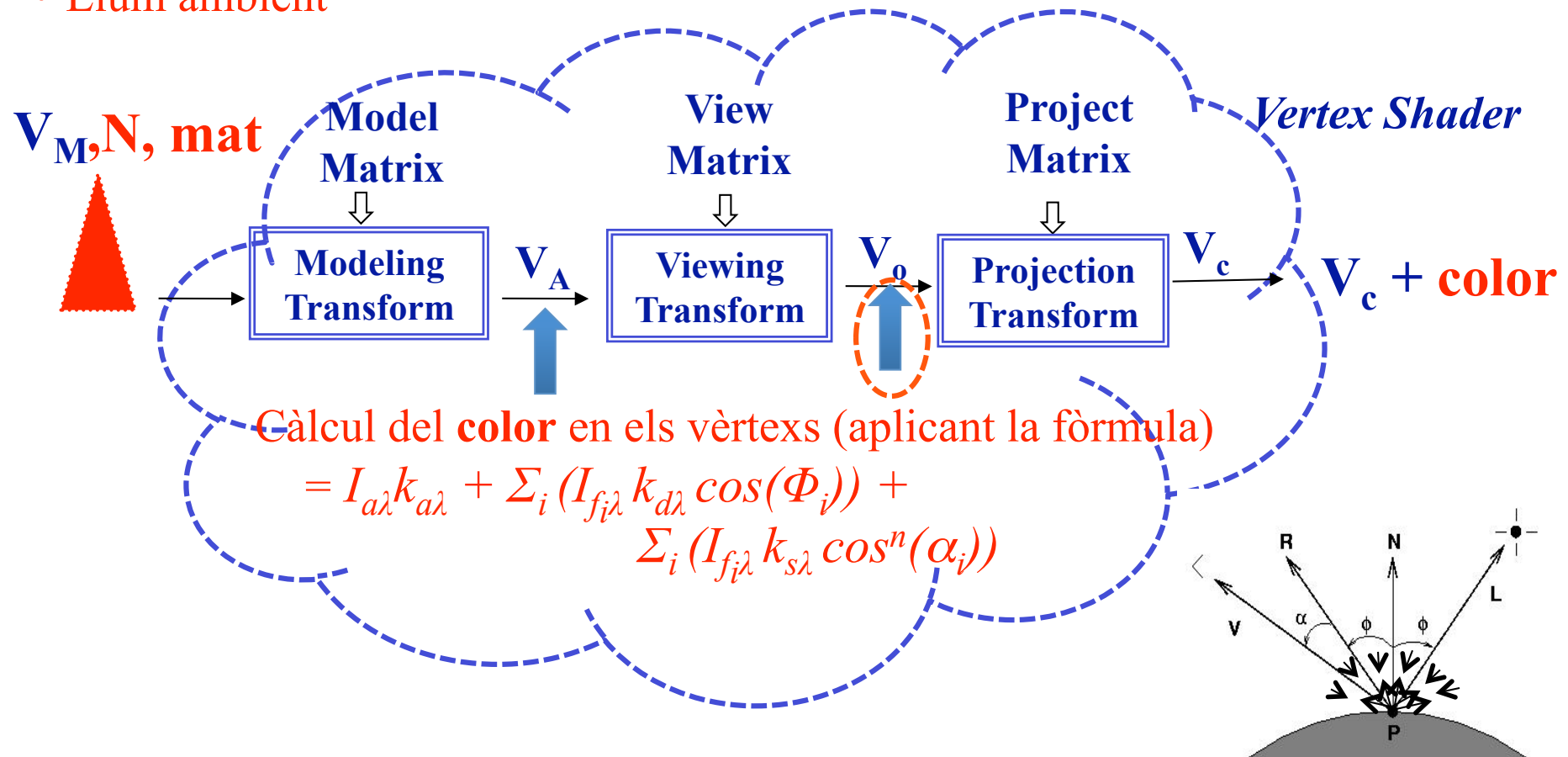
Procés de visualització: Càlcul color en Vèrtex

-Atributs:

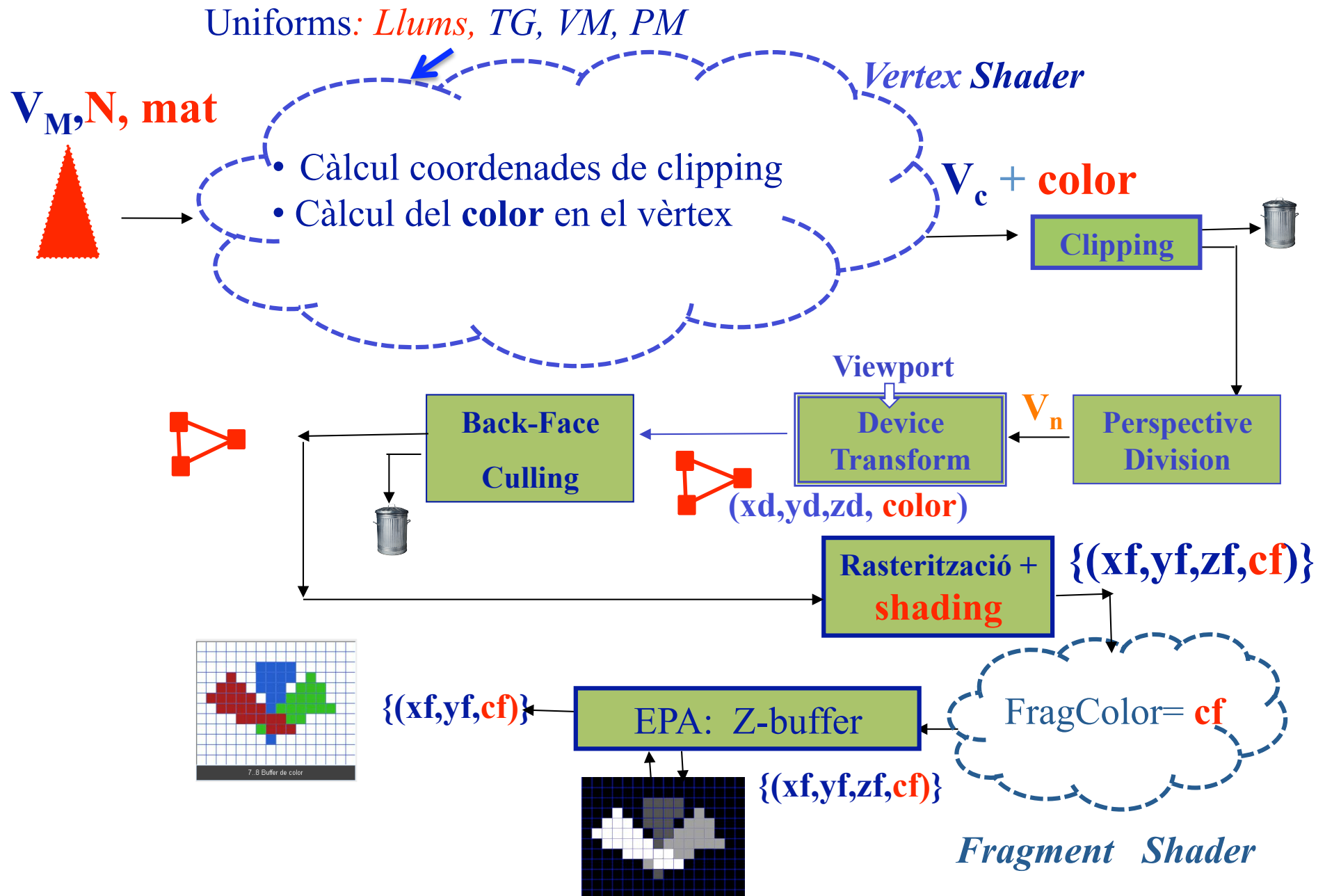
Material i normal per vèrtex en VBOs de VAO

- Uniforms:

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

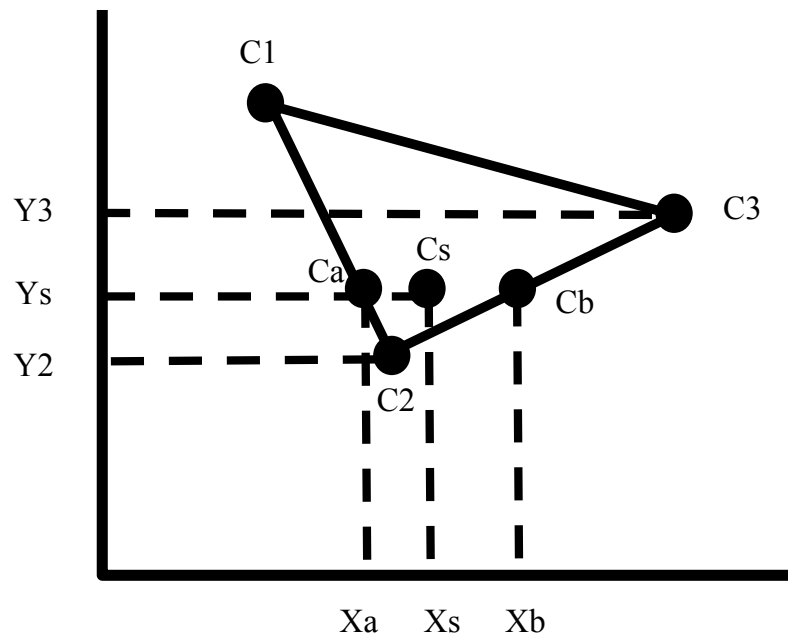


Procés de visualització: Shading (colorat) de polígons



Shading (colorat) de polígons

- Colorat Constant \equiv Flat shading $\rightarrow C_f = C1$
color uniforme per tot el polígon (funció del color calculat en un vèrtex); cada cara pot tenir diferent color.
- Colorat de Gouraud \equiv Gouraud shading \equiv Smooth shading

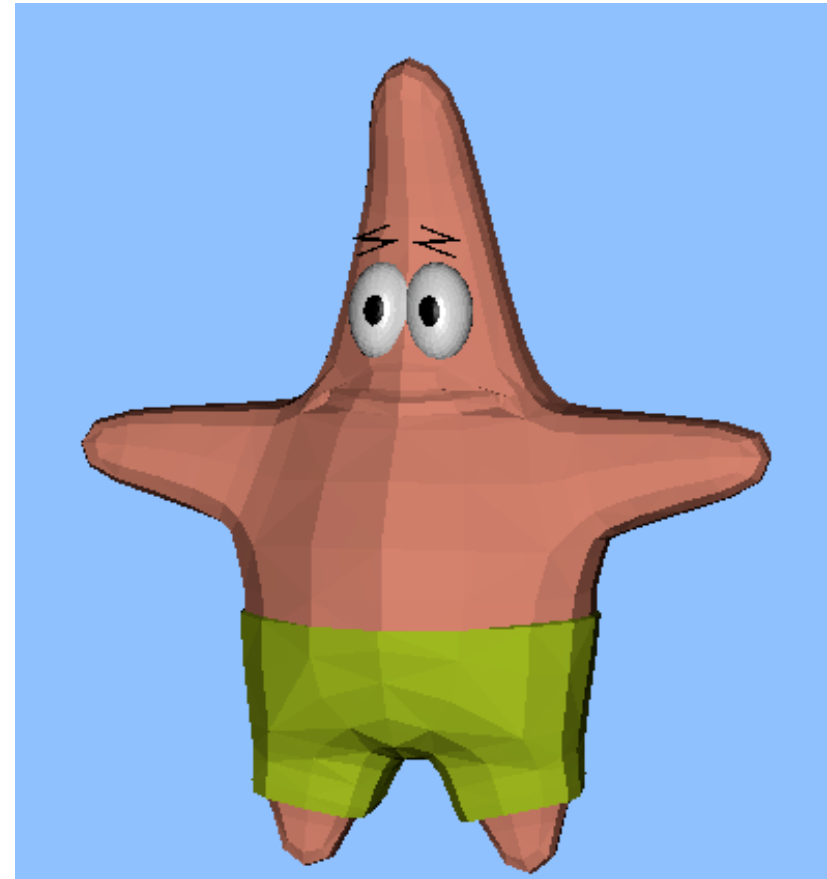
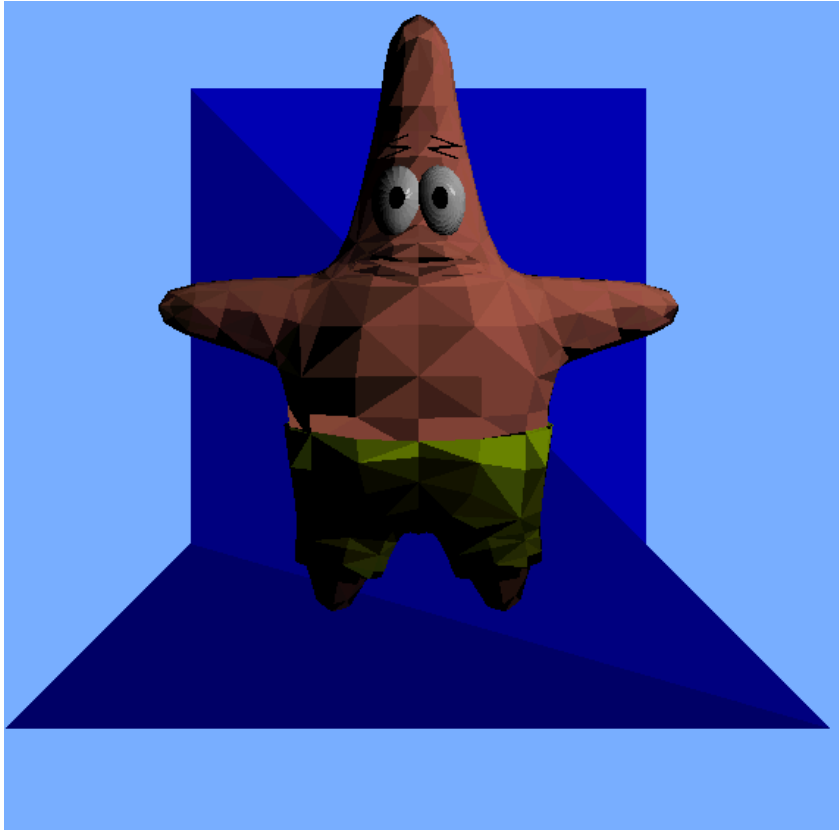


$$Ca = \frac{1}{Y1 - Y2} (C1(Ys - Y2) + C2(Y1 - Ys))$$

$$Cb = \frac{1}{Y3 - Y2} (C2(Y3 - Ys) + C3(Ys - Y2))$$

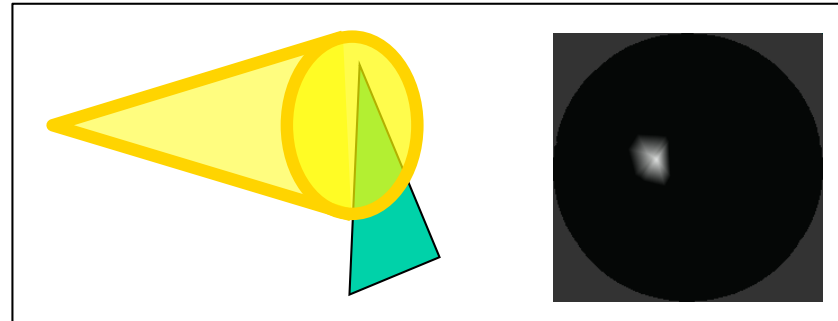
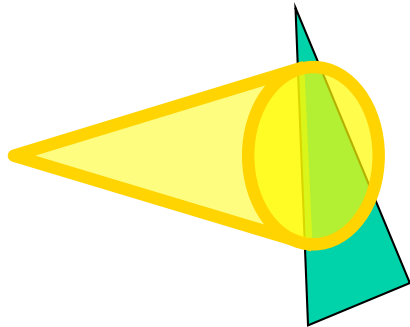
$$Cs = \frac{1}{Xb - Xa} (Ca(Xb - Xs) + Cb(Xs - Xa))$$

Flat versus Gouraud Shading

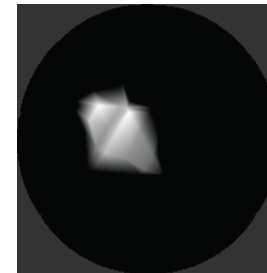
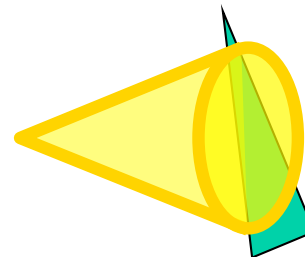
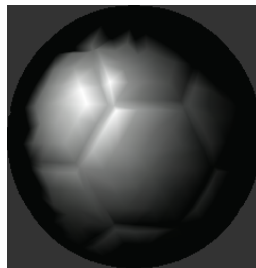
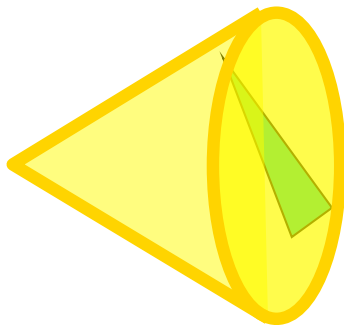


Problemes/Efectes del colorat de polígons:

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



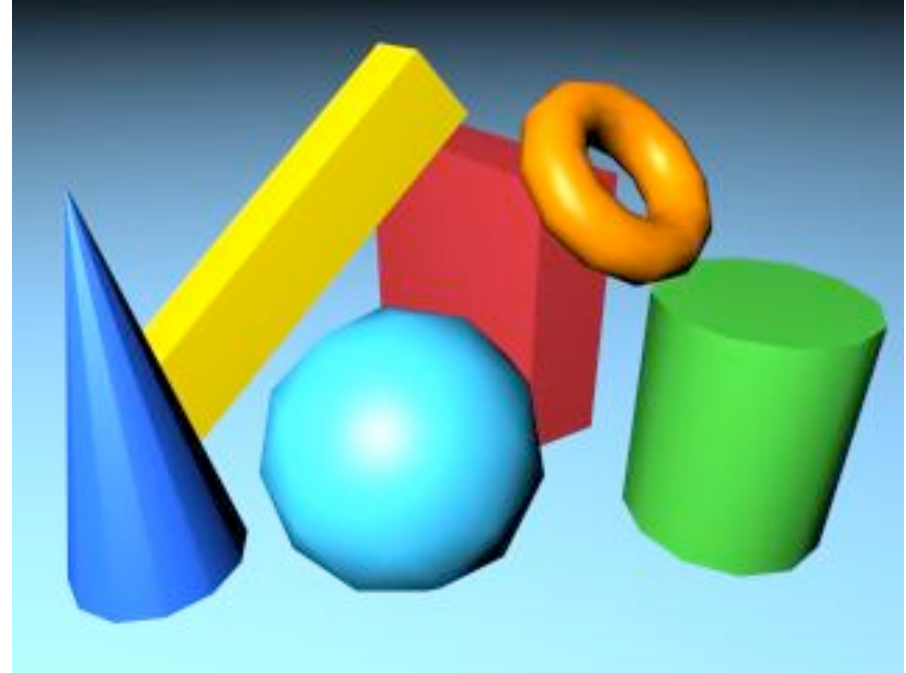
- Il·luminació si ens apropem a un polígon gran → → discretitzant millor
- Efectes en cara d'un cub



Classe 7: contingut

- Realisme: Il·luminació (2)
 - Models empírics i propietats de materials
 - Alguns exercicis
 - Il·luminació en OpenGL 3.3 (1)
 - Càlcul de color en vèrtexs
 - Shading de polígons
 - **Suavitzat d'arestes**

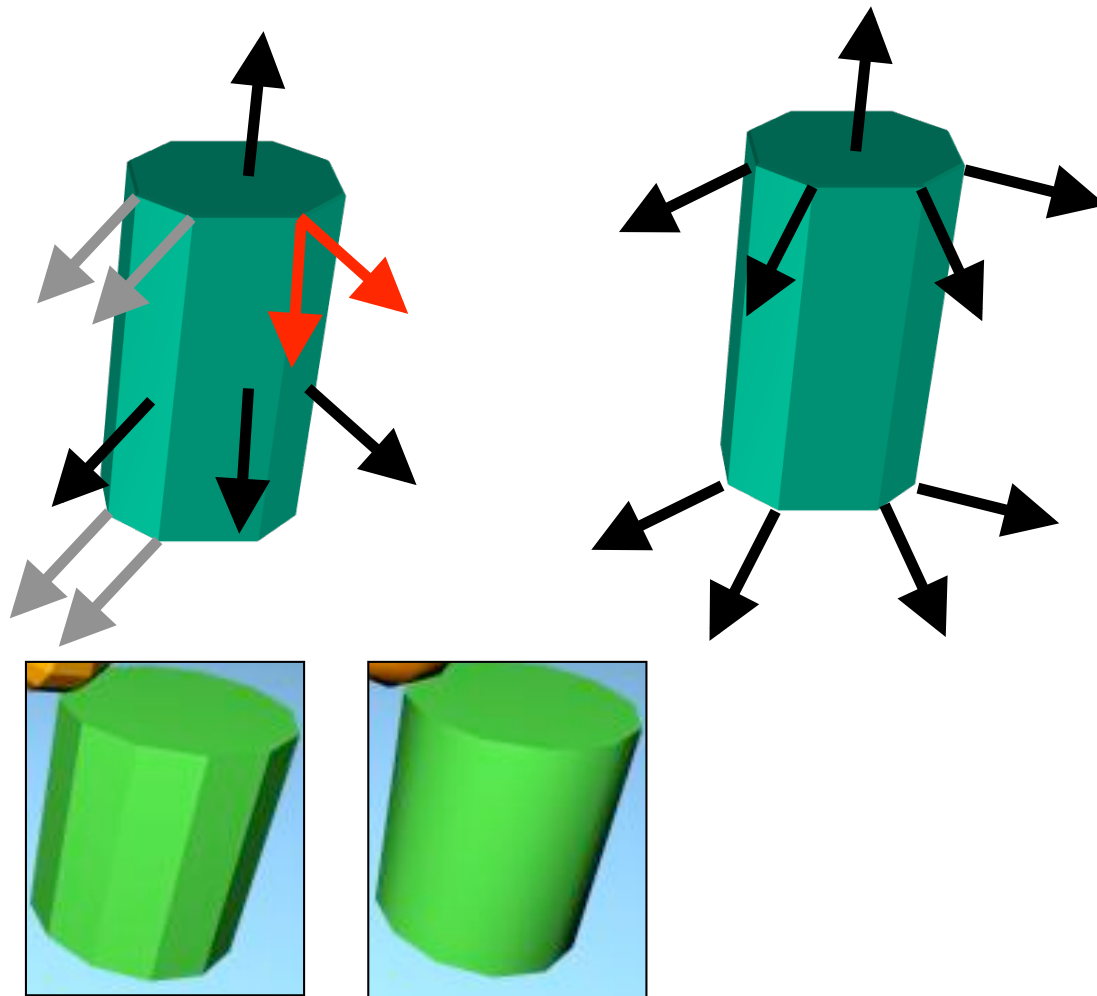
Avantatge del Shading: Suavitzat d'arestes



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

