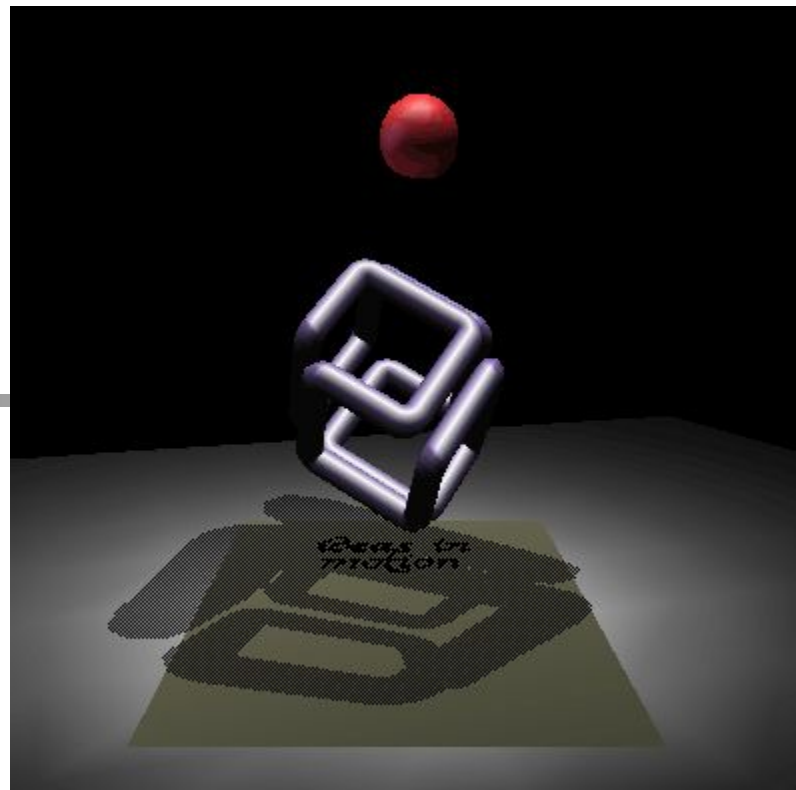


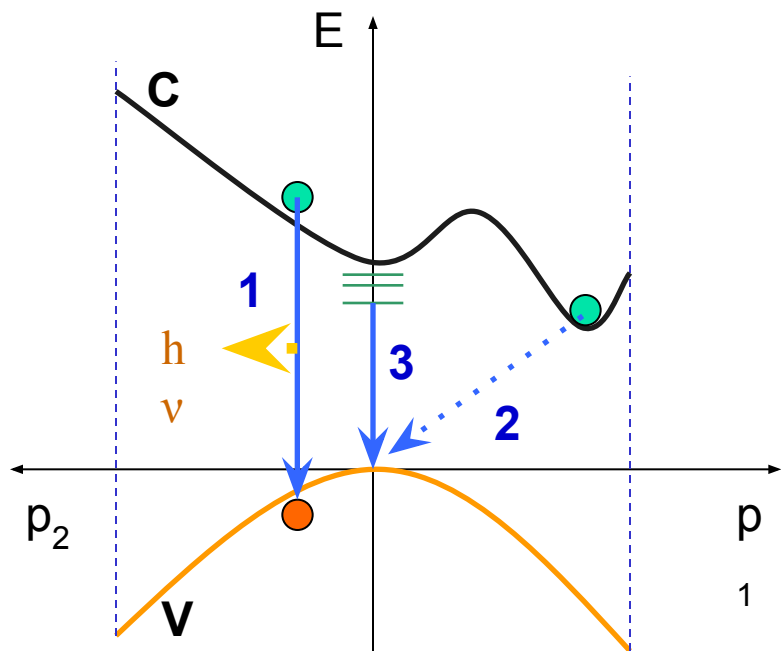
Компьютерная графика

лекция 4 (1)

Свет и цвет в трёхмерных моделях

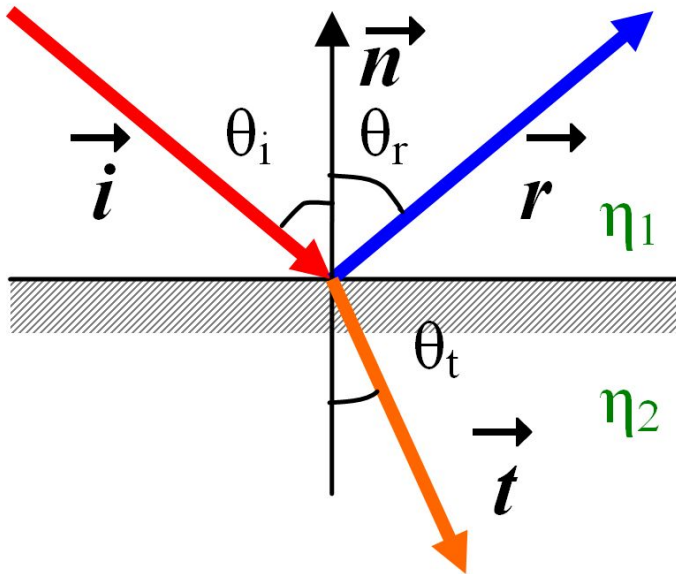


Оптические свойства объектов трехмерных сцен



В настоящее время основное отличие «реалистичных» моделей компьютерной графики от реальной физики взаимодействия света с веществом заключается в **игнорировании** зависимости коэффициентов отражения и преломления света от длины волны падающего излучения, **неучёта** явлений поляризации и **пренебрежение** механизмами рассеяния света веществом.

Оптические свойства объектов трехмерных сцен:
идеальное зеркальное отражение и преломление



$$\vec{r} = \vec{i} + 2(\vec{i} \cdot \vec{n}) \cdot \vec{n}$$

$$\vec{t} = \eta \vec{i} + \left(\eta C - \sqrt{1 + \eta^2 \cdot (C^2 - 1)} \right) \cdot \vec{n},$$

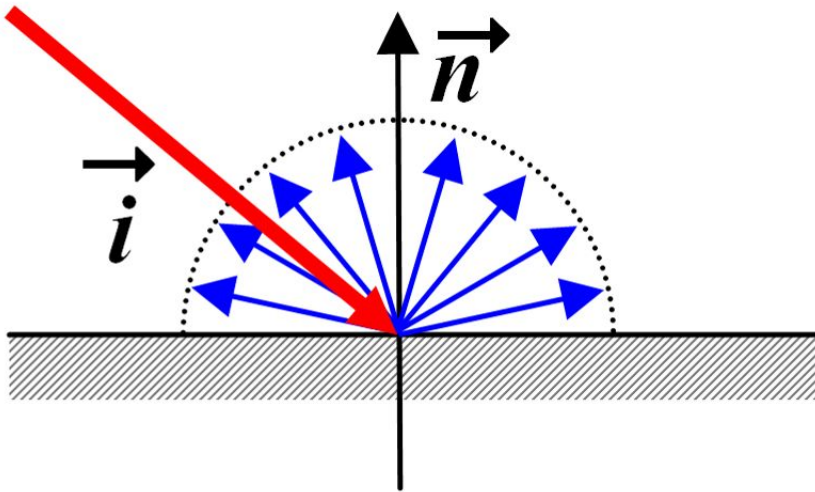
$$\eta = \frac{\eta_1}{\eta_2}, C = (\vec{i} \cdot \vec{n}) = \cos(\theta_i)$$

Оптические свойства объектов трехмерных сцен:
диффузно отражающие поверхности

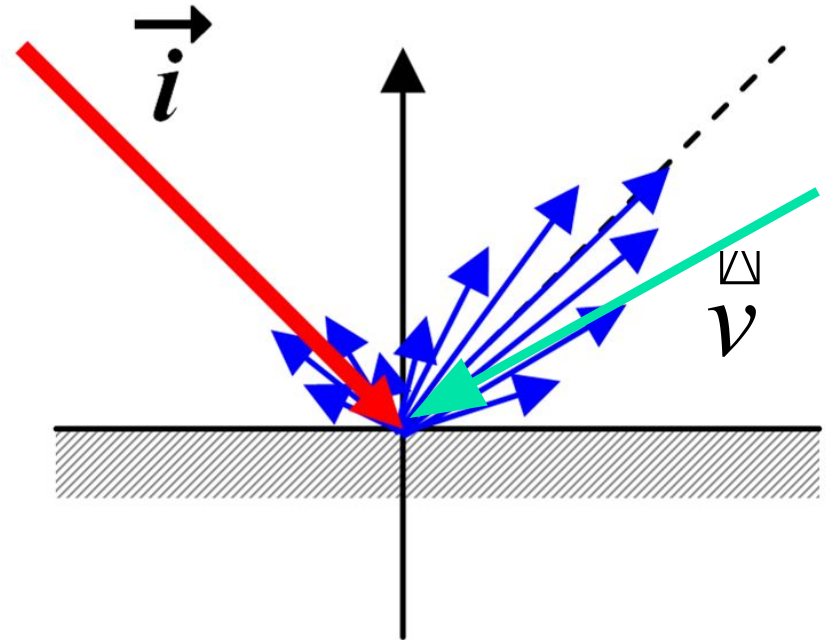


идеальное диффузное отражение

$$I = I_0 (\vec{i} \cdot \vec{n})$$



реалистичное отражение



Оптические свойства объектов трехмерных сцен: диффузное отражение и преломление

$$R(\theta) = \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{\cos \theta_i - \eta \cdot \cos \theta_t}{\cos \theta_i + \eta \cdot \cos \theta_t} \right)^2 + \left(\frac{\eta \cdot \cos \theta_i - \cos \theta_t}{\eta \cdot \cos \theta_i + \cos \theta_t} \right)^2 \right\}$$

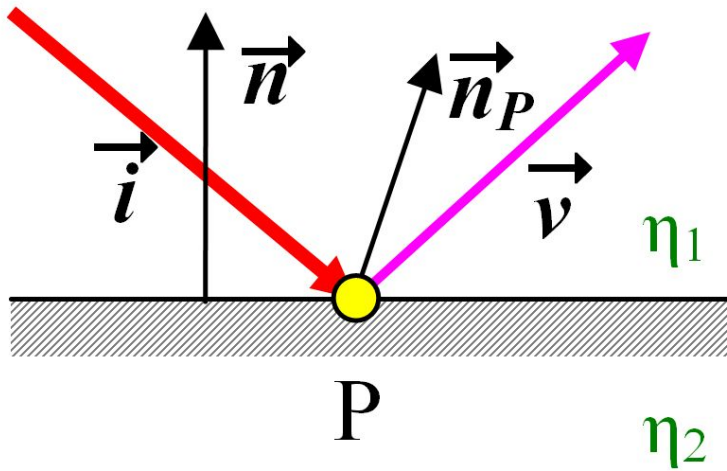
$$T(\theta) = \frac{\eta \cdot \cos \theta_t}{2 \cdot \cos \theta_i} \left\{ \left(\frac{2 \cdot \cos \theta_i}{\cos \theta_i + \eta \cdot \cos \theta_t} \right)^2 + \left(\frac{2 \cdot \cos \theta_i}{\eta \cdot \cos \theta_i + \cos \theta_t} \right)^2 \right\}$$

~~$$\eta(\lambda)$$~~

$$R = K \cdot (\vec{v} \cdot \vec{i})^p \quad - \text{модель Уиттеда}$$

$$I = I_0 \cdot \frac{R(\theta_i)}{(\vec{n} \cdot \vec{i}) \cdot (\vec{n} \cdot \vec{v})}$$

Оптические свойства объектов трехмерных сцен:
шероховатая поверхность



$$D(\gamma) = Ce^{-\left(\frac{\gamma}{m}\right)^2}$$

$$I = I_0 \cdot \frac{R(\lambda, \theta_i) \cdot D(\gamma)}{(n \cdot i) \cdot (n \cdot v)}$$

Оптические свойства объектов трехмерных сцен:

поглощение света

$$I = I_0 \cdot e^{-\alpha \cdot x} \quad \text{---} \alpha(\lambda)$$

перспективное текстурирование

- наложение bitmap-изображений на поверхность (грань) с целью изменения параметров отображения микрограней (цвета, прозрачности, положения вектора нормали, самосвечения и др.)

- point-sampling
- bi-linear filtering
- mip-mapping
- tri-linear filtering

Освещение в трехмерных сценах:

ИСТОЧНИКИ СВЕТА

1. Рассеянный свет:

$$I = I_0 + I_a k_a$$

2. Точечный источник:

$$I = I_0 + I_l \frac{\cos \theta_i}{d^2}$$

3. Реалистичный
точечный
источник:

$$I = I_0 + I_l \frac{\cos \theta_i}{d + k}$$

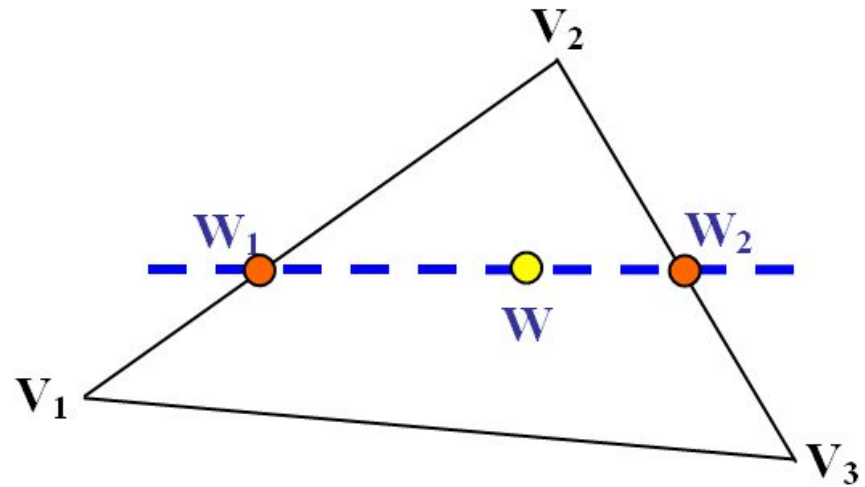
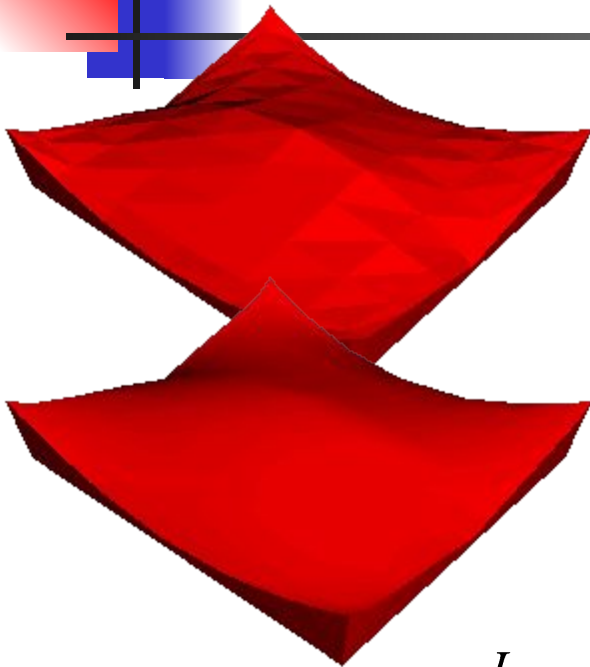
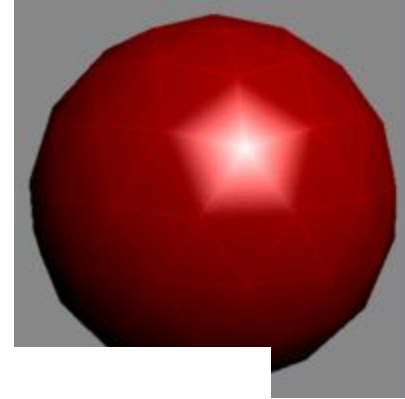
4. Протяженный источник:

требуется знать геометрию источника излучения, моделирование которого может осуществляться суммированием вкладов от отдельных точечных источников, заменяющих фрагменты излучающей поверхности

5. Направленный источник:

может быть любой из вышеперечисленных источников, излучение которого ограничено заданным телесным углом или маской

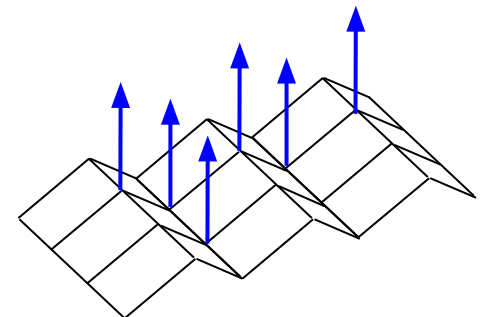
Реалистичная закраска граней: метод Гуро (Gouraud shading)



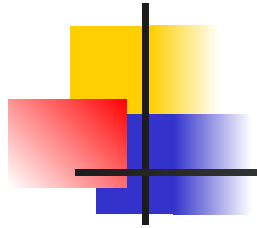
$$I_{W_1} = (1 - t_1)I_{V_1} + t_1I_{V_2}, \text{ где } t_1 = \frac{|W_1V_1|}{|V_1V_2|}$$

$$I_{W_2} = (1 - t_2)I_{V_3} + t_2I_{V_2}, \text{ где } t_2 = \frac{|W_2V_3|}{|V_2V_3|}$$

$$I_W = (1 - t_3)I_{W_1} + t_3I_{W_2}, \text{ где } t_3 = \frac{|WW_1|}{|W_1W_2|}$$



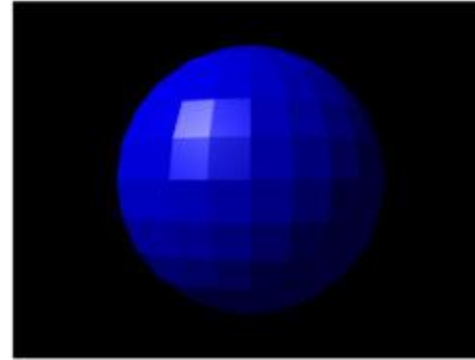
Реалистичная закраска граней: метод Фонга (Phong shading)



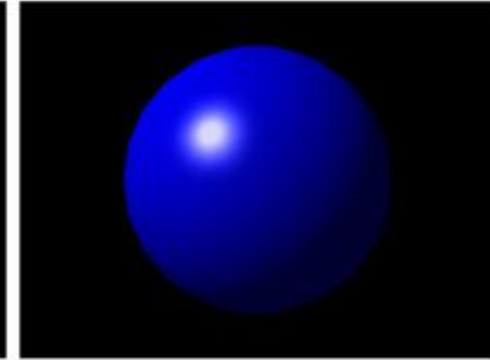
$$\vec{n}_{W_1} = (1 - t_1)\vec{n}_{V_1} + t_1\vec{n}_{V_2}, \text{ где } t_1 = \frac{|W_1V_1|}{|V_1V_2|}$$

$$\vec{n}_{W_2} = (1 - t_2)\vec{n}_{V_3} + t_2\vec{n}_{V_2}, \text{ где } t_2 = \frac{|W_2V_3|}{|V_2V_3|}$$

$$\vec{n}_W = (1 - t_3)\vec{n}_{W_1} + t_3\vec{n}_{W_2}, \text{ где } t_3 = \frac{|WW_1|}{|W_1W_2|}$$

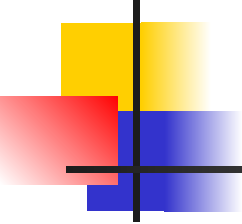


FLAT SHADING

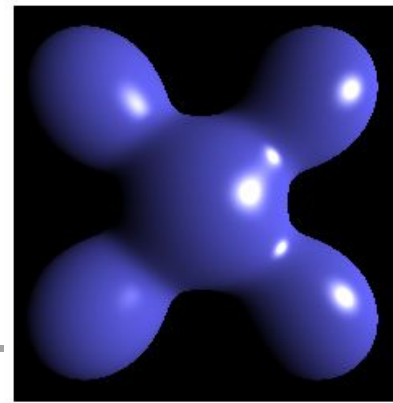


PHONG SHADING

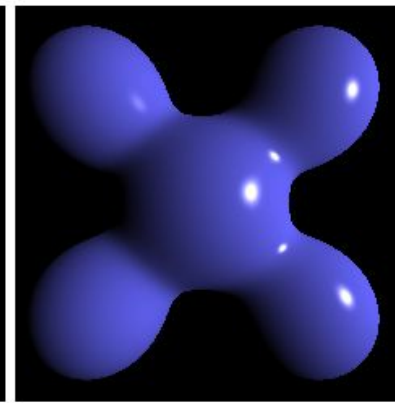
1. Определяются нормали к граням
2. По нормальям к граням определяются нормали в вершинах
3. В каждой точке закрашиваемой грани определяется интерполированный вектор нормали
4. По направлению векторов нормали определяется цвет точек грани в соответствии с выбранной моделью отражения света



Реалистичная закраска граней: другие модели



Blinn-Phong



Phong

Модель затенения Blinn видоизменяет размер зеркальной подсветки модели Phong в зависимости не только от направления на источник света, но и от направления на наблюдателя. Чем меньше угол между поверхностью и направлением на наблюдателя, тем больше размер подсветки.

Модель затенения Cook-Torrance является логичным развитием модели Blinn, делая подсветку зависящей еще и от длины волны. Эта модель позволяет получать дополнительные цветовые переходы на краях подсветки для шероховатых металлических и пластиковых материалов.

Модель затенения Ward позволяет определять преимущественное направление шероховатостей поверхности и изменять форму подсветки в зависимости от такого направления.