

---

# Phongův světelný model

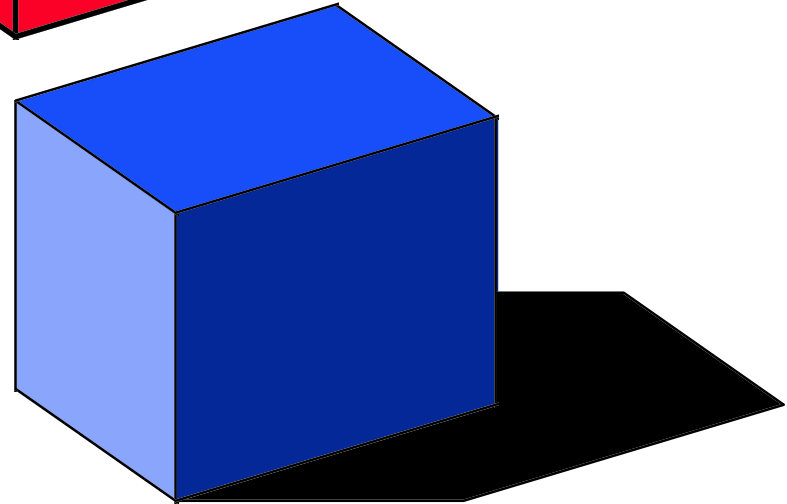
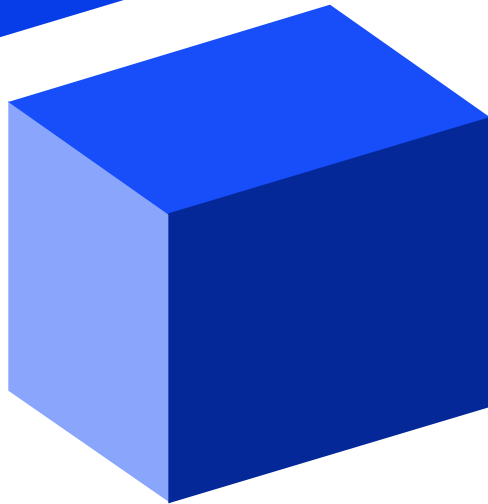
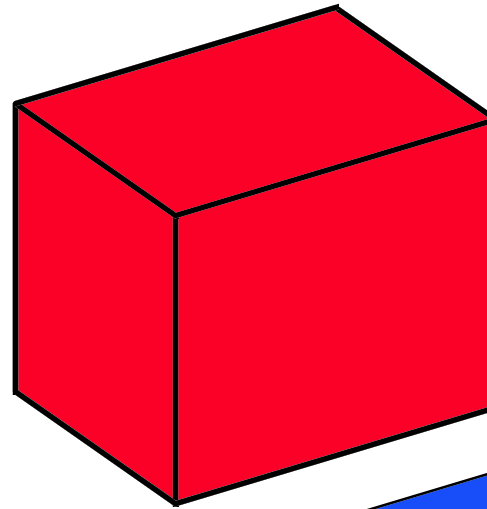
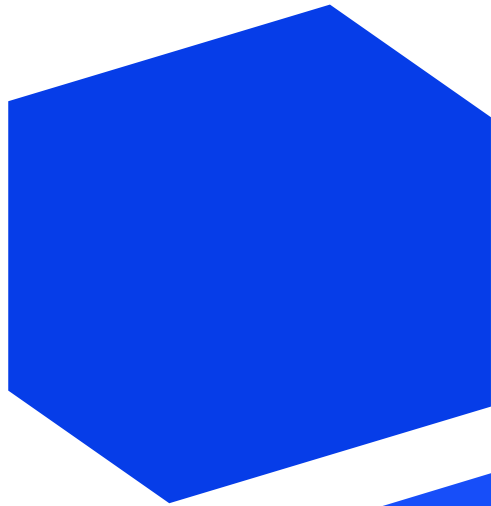
**© 1996-2001 Josef Pelikán  
KSVI MFF UK Praha**

e-mail: [Josef.Pelikan@mff.cuni.cz](mailto:Josef.Pelikan@mff.cuni.cz)

WWW: <http://cgg.ms.mff.cuni.cz/~pepca/>

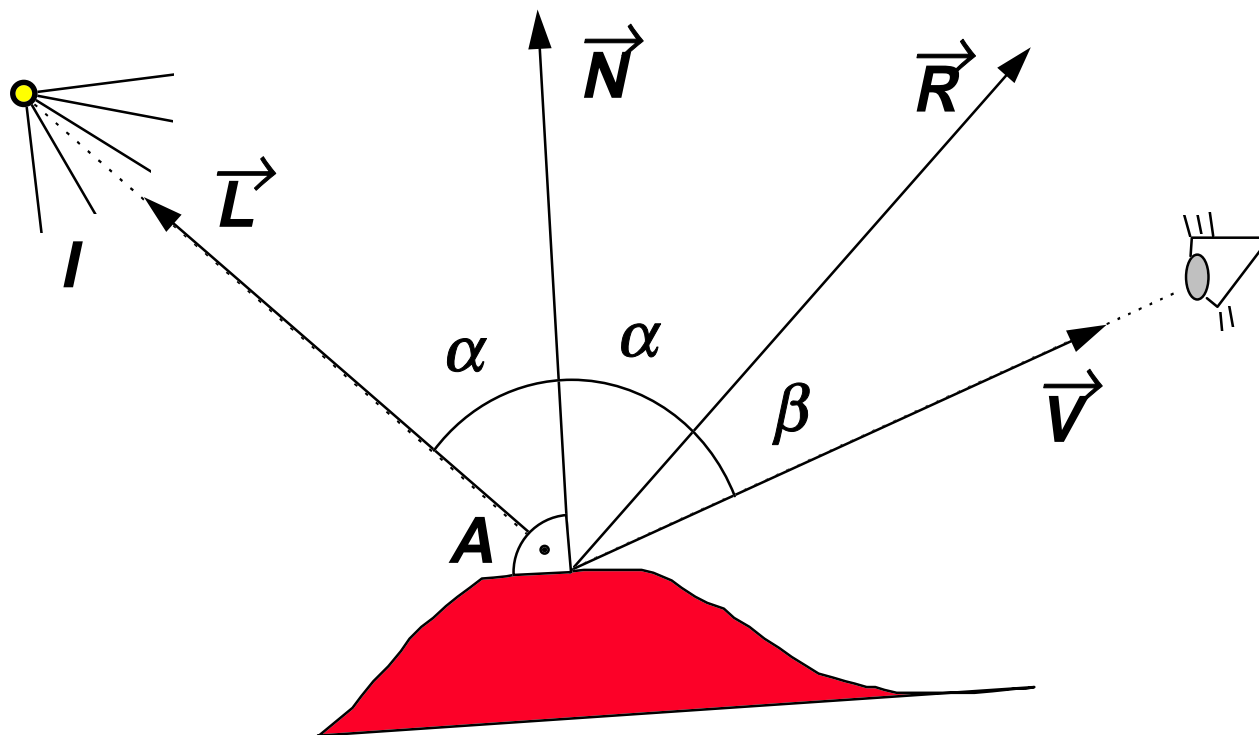
# Stínování a vržené stíny

---



# Světelný model:

---



# Difusní složka $E_D$ :

---

- ♦ odpovídá **ideálně matnému tělesu**

$$E_D = I_i \cdot C_D \cdot k_D \cdot \cos \alpha$$

- $I_i$  ... intenzita světelného zdroje
- $C_D$  ... barva difusní složky (RGB)
- $k_D$  ... koeficient difusního světla (0 .. 1)
- $\cos \alpha = \mathbf{L} \cdot \mathbf{N}$  ... skalární součin normovaných vektorů

# Okolní světlo $E_A$ :

---

- ◆ všesměrové konstantní osvětlení
- ◆ napodobuje **sekundární odražené světlo**

$$E_A = C_D \cdot k_A$$

- ➔  $C_D$  ... barva stejná jako u difusní složky (RGB)
- ➔  $k_A$  ... koeficient okolního světla (0 .. 1)

# Lesklý odraz $E_S$ :

---

- ◆ simuluje **odlesk** na povrchu lesklých těles

$$E_S = I_i \cdot C_S \cdot k_S \cdot \cos^h \beta$$

- ➔  $C_S$  ... barva lesklého odrazu (RGB)
- ➔  $k_S$  ... koeficient lesklého odrazu (0 .. 1)
- ➔  $\cos \beta = \mathbf{R} \cdot \mathbf{V}$  ... skalární součin normovaných vektorů
- ➔  $h$  ... ovlivňuje velikost odlesku (5 .. 500)

# Osvětlení od jednoho zdroje:

---

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_A + \mathbf{E}_D + \mathbf{E}_S$$

**barvy:**

- $\mathbf{C}_D = \mathbf{C}$  ... barva materiálu (RGB)
- $\mathbf{C}_S = \mathbf{C}_L$  ... barva světelného zdroje (RGB)

**konzistence:**

- $\mathbf{k}_A + \mathbf{k}_D + \mathbf{k}_S = 1$  (proti přetečení)

# Více světelných zdrojů:

---

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_A + \sum_i (\mathbf{E}_D + \mathbf{E}_S)$$

♦ výpočet vektoru odrazu:

$$\mathbf{R} = 2\mathbf{N} (\mathbf{N} \cdot \mathbf{L}) - \mathbf{L}$$

➡ původní **Phongův** vzorec pro lesklý odraz:

– místo konstantního členu  $\mathbf{C}_S \cdot \mathbf{k}_S$  obsahuje funkci  $\mathbf{W}(\alpha)$  (silnější odraz pro velké úhly)



# Oprava na vzdálenost zdroje:

- ◆ měla by být ...  $1/d^2$ 
  - příliš velký rozsah hodnot (monitor počítače není schopen zobrazit)
- ◆ používá se ...  $1/(c_0 + c_1d + c_2d^2)$

$$E = E_A + \sum_i (E_D + E_S)/(c_0 + c_1d_i + c_2d_i^2)$$

# Zjednodušení výpočtů:

---

- ① **světelné zdroje v nekonečnu** (směrové světelné zdroje)
  - v celé scéně budou konstantní vektory  $\mathbf{L}_i$
- ② **rovnoběžná projekce** (pozorovatel v nekonečnu)
  - v celé scéně bude konstantní vektor  $\mathbf{V}$

# Zjednodušení:

---

③ pokud platí obě předchozí podmínky, lze místo  $(\mathbf{R}_i \cdot \mathbf{V})^h$  použít  $(\mathbf{H}_i \cdot \mathbf{N})^{2h}$

➔ půlící vektor  $\mathbf{H}_i = (\mathbf{L}_i + \mathbf{V}) / |\mathbf{L}_i + \mathbf{V}|$

–  $\mathbf{H}_i$  je konstantní v celé scéně

# Konec

---

## **Další informace:**

- **J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes:**  
*Computer Graphics, Principles and Practice*,  
721-734
- **Jiří Žára a kol.: *Počítačová grafika*, principy  
a algoritmy, 343-346**
- ➔ **LAN na Malé Straně:**  
– **barbora\usr:\vyuka\pelikan\6\**