

# Interference světla. OCT

$$c = \lambda_0 f, \quad \omega = 2\pi f, \quad k = 2\pi n / \lambda_0$$

$$\delta = n_1 d_1 + n_2 d_2 + \dots, \quad \phi = \omega t - 2\pi\delta$$

$$\vec{k} = (k_x, k_y, k_z) := (0, 0, k_z)$$

$$\vec{E} = \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} E_{0x}(k) \cdot \cos(\omega t - k_z z + \phi_{0x}) \\ E_{0y}(k) \cdot \cos(\omega t - k_z z + \phi_{0y}) \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$I = |\vec{E}_0|^2 = E_{0x}^2 + E_{0y}^2, \quad \vec{E} \perp \vec{H} \perp \vec{k} \perp \vec{E}, \quad \delta_c = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$$

$$I = I_1 + I_2 + 2\gamma\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\phi, \quad \mu = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

## Interference světla

Interference monochromatických vln:

$$I = I_1 + I_2 + 2\gamma\sqrt{I_1 I_2} \cos \delta$$

Viditelnost interferenčního jevu:

$$\mu = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

Koeficient  $\gamma$  zohledňuje míru koherence,  $\gamma \in \langle 0, 1 \rangle$   $I_1 \approx I_2 : \mu \approx \gamma$

## Michelsonův interferometr

Při jemném posunu zrcadla lze počítáním proužků zjistit malé rozměry objektů:

$$\Delta L_m = m \frac{\lambda}{2}$$

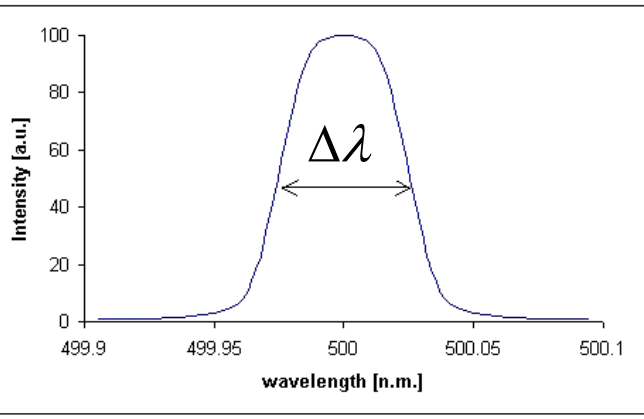
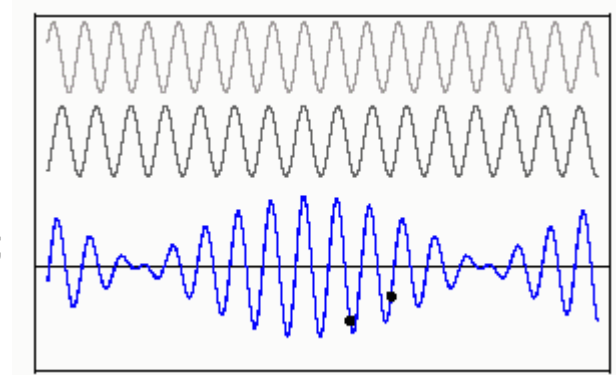
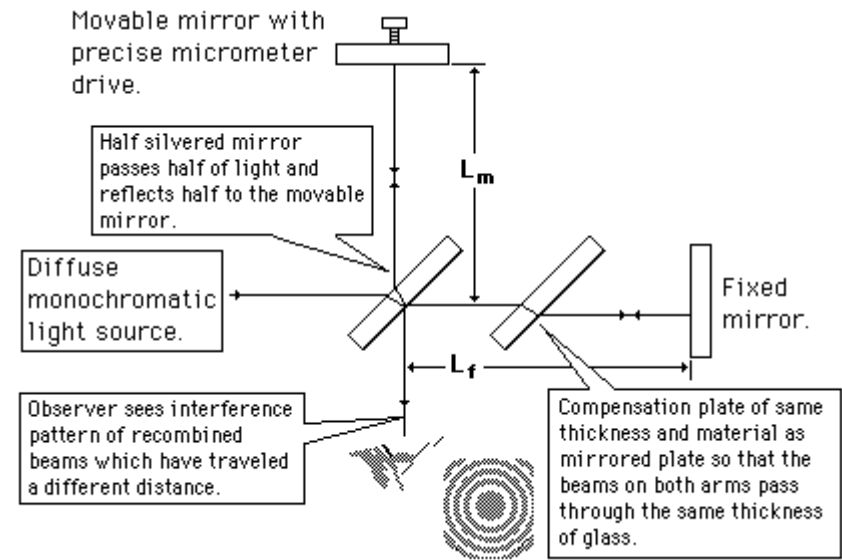
## Vlnová klubka

$$E = \sum_{i=1}^n E_{0i} \cos(\omega_i t - k_i x + \delta_i)$$

pro klubko se definuje jeho koherenční délka jako

$$\delta_c = \frac{\lambda_0^2}{\Delta \lambda}$$

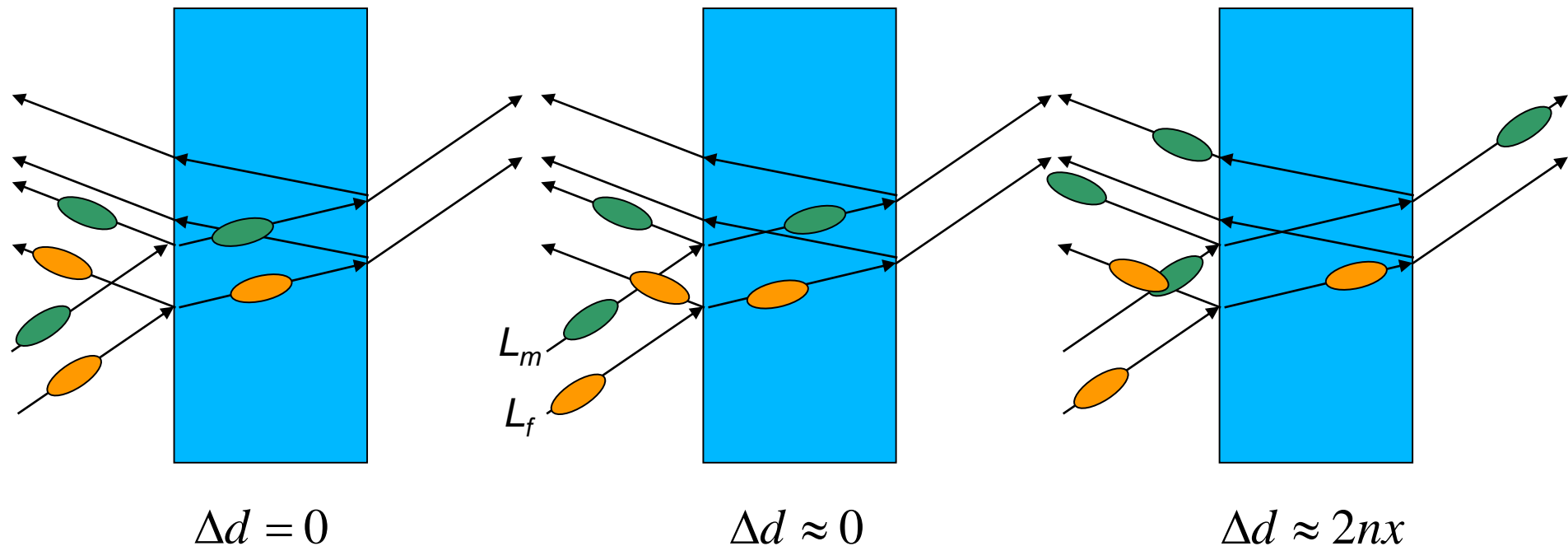
Vlnová klubka budou interferovat, pokud se alespoň částečně překryjí; míru překrytí zohlední koeficient  $\gamma$ .



## Interferometrické měření vzdáleností

Michelsonův interferometr s posuvným zrcadlem, vzorek tloušťky  $x$ , index lomu  $n$   
**situace s vlnovými klubky** (při striktně monochromatickém záření se interference uplatňuje vždy)

Vlnová klubka budou poskytovat vždy silný signál, ale vně oblasti interference, kde se vlnová klubka nepřekrývají, budeme pozorovat prakticky konstantní intenzitu: tedy veličina viditelnost interferenčního jevu bude malá, nebo, jinými slovy, světlo se složí jako nekoherentní (tedy se jenom sečtou intenzity jednotlivých vln).



Vyšší řády odrazů je obtížnější pozorovat kvůli jejich silnému zeslabení.

## Optická biometrie oka

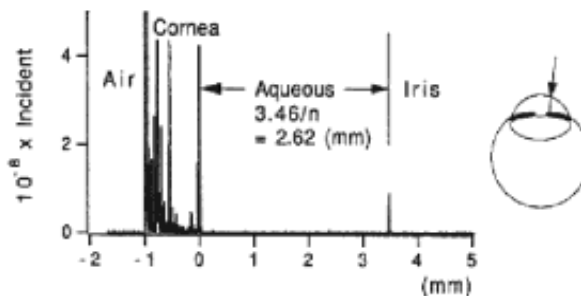
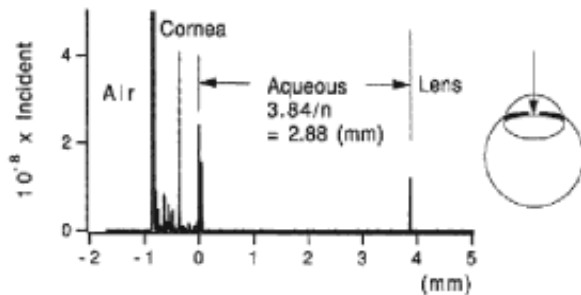
IOL Master – provádí interferenční měření tlouštěk jednotlivých částí oka

využívá vlnová klubka vhodně nastavené délky

nekontaktní metoda – možnost měřit i přes brýle

v současnosti lze měřit i přes šedý zákal

rozlišení 0.02 mm



Výstupem změření je graf viditelnosti interference  
v místech, kde klubka interferují, je viditelnost vyšší:  
objevují se píky, odpovídající tloušťkám jednotlivých  
struktur v oku

(výpočet lze výrazně zpřesnit, pokud se zaznamenají  
i dvojité, trojitě průchody)

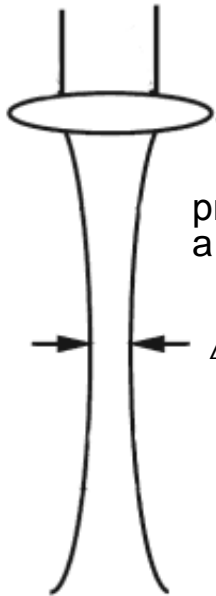
# Optical Coherence Tomography (OCT), 1991

polovodičová laserová dioda, 800 – 1000 nm, stovky mW

rozlišení hloubkové a příčné jsou zcela oddělena:

hloubkové 
$$\ln(2) \frac{2}{\pi} \frac{\lambda_0^2}{\Delta\lambda} = \frac{2 \ln 2}{\pi} \delta_c$$

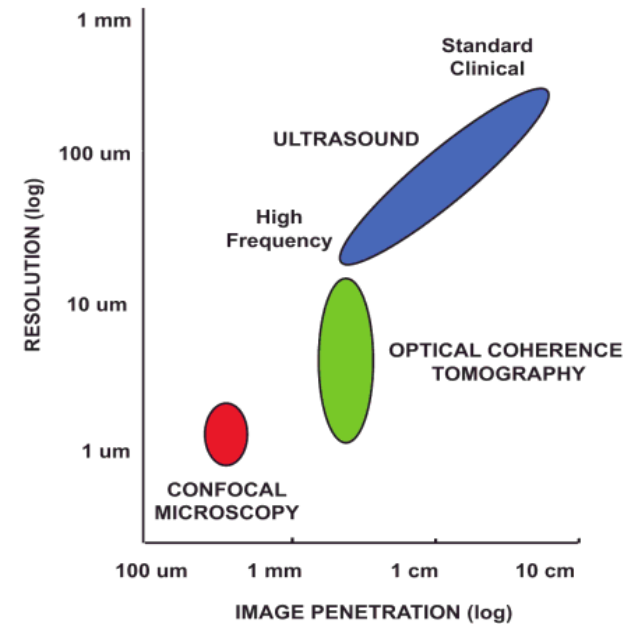
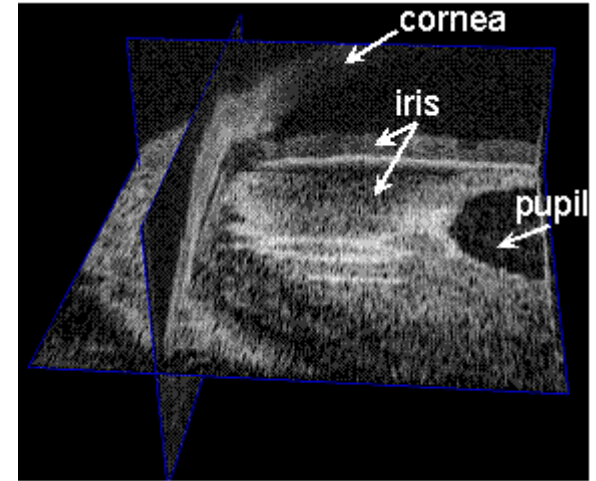
příčné závisí (pouze) na použitém typu mikroskopie  
(dosahovaná laterální rozlišení jsou lepší než mikrometr)

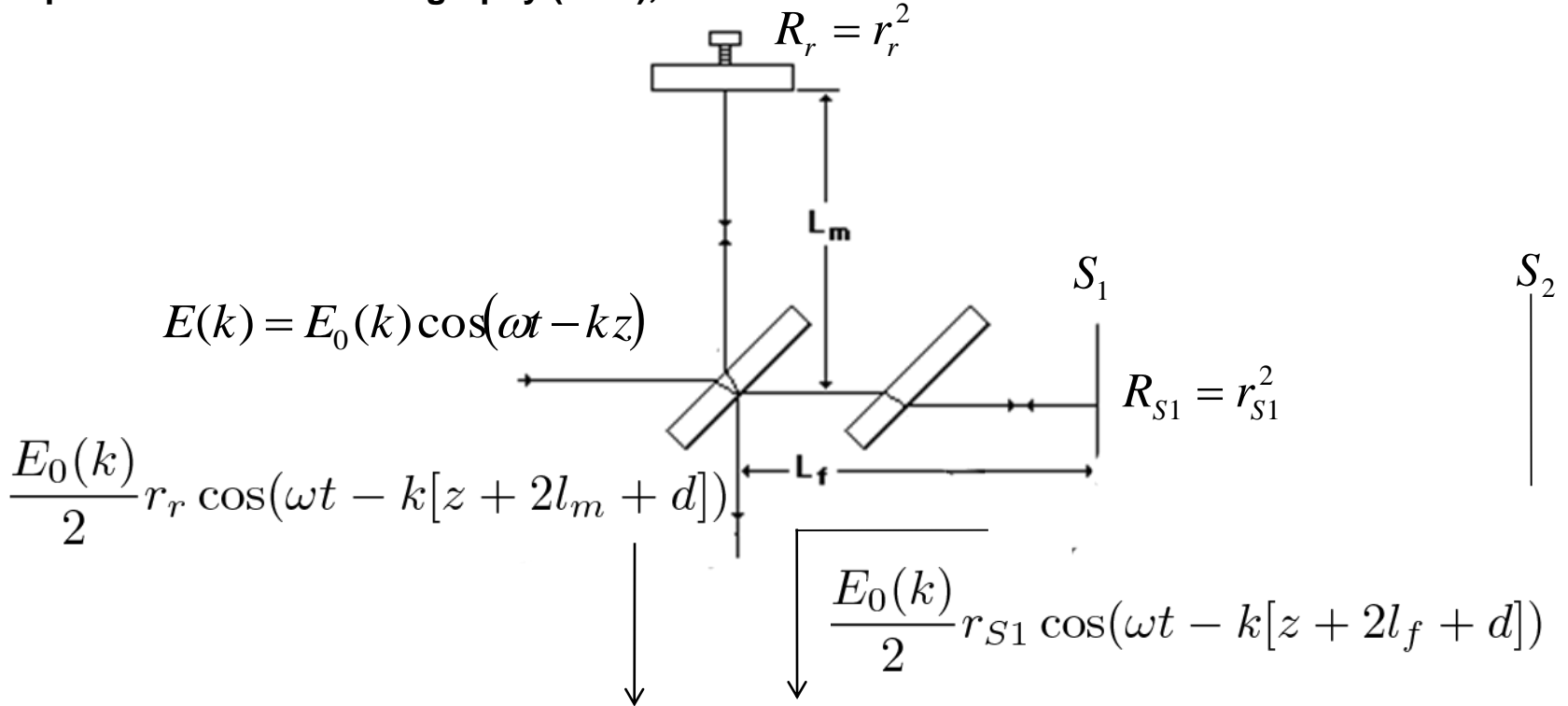


pro objektiv s ohniskovou vzdáleností  $f$   
a numerickou aperturou  $NA$

$$\Delta x = 0.37 \frac{\lambda_0}{NA}$$

zdroj difuzního spektra + interferometr + skenovací technika





$$I(k) = \frac{I_0(k)}{4} (R_r + R_{S1}) + \frac{I_0(k)}{2} \sqrt{R_r R_{S1}} \cos(2k[l_f - l_m]) \quad I_D(k)$$

dvě po sobě jdoucí maxima:

$$2k(l_f - l_m) = c2\pi$$

$$2k'(l_f - l_m) = (c+1)2\pi$$

$$\Delta k = k' - k = \frac{\pi}{l_f - l_m}$$

