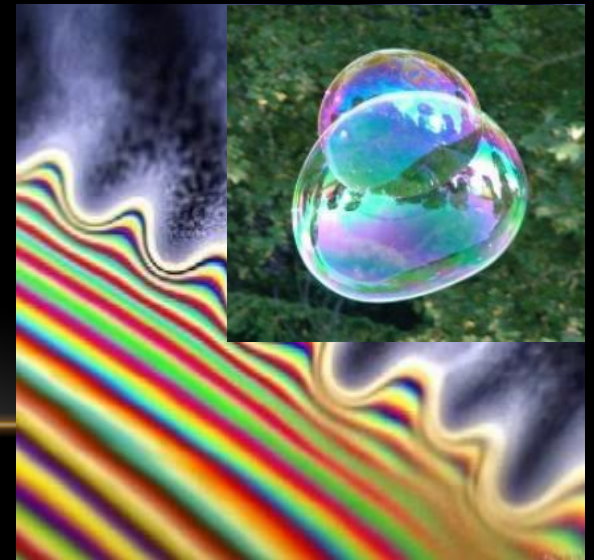
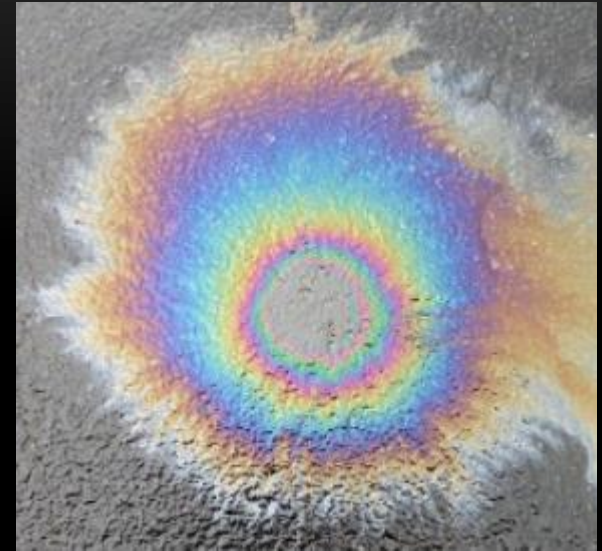
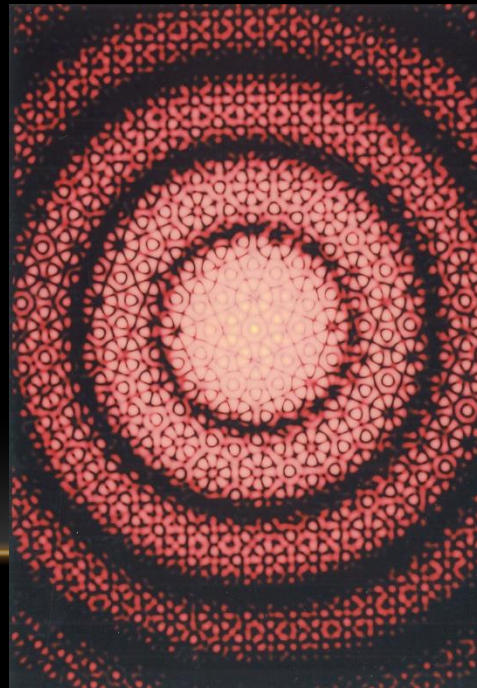
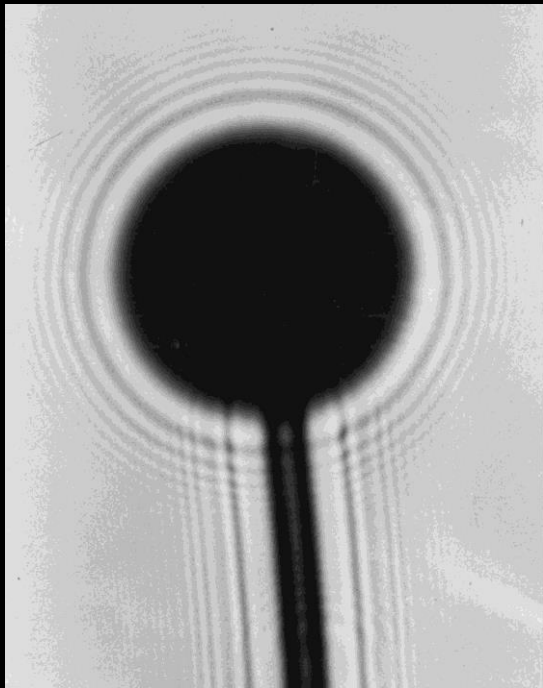


# VLNOVÁ OPTIKA

---

# VLNOVÁ OPTIKA – KVANTOVÁ OPTIKA

- Interference světla
- Ohyb světla
- Polarizace světla a jeho využití
- Holografie



# INTERFERENCE SVĚTLA

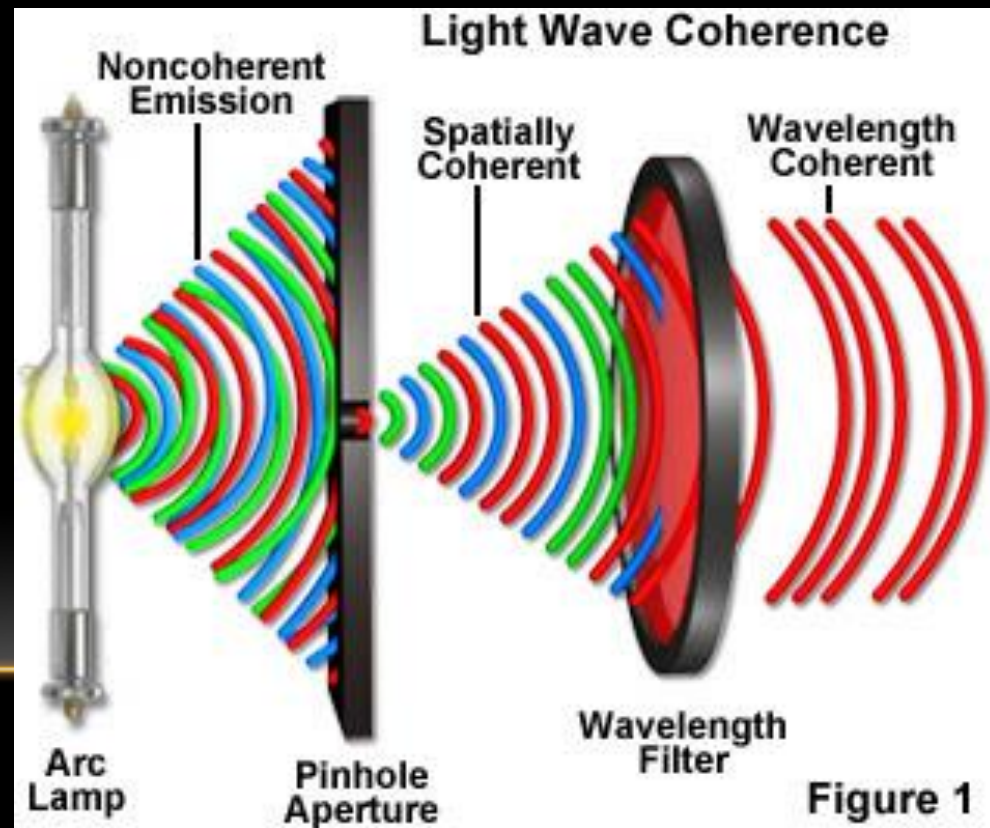
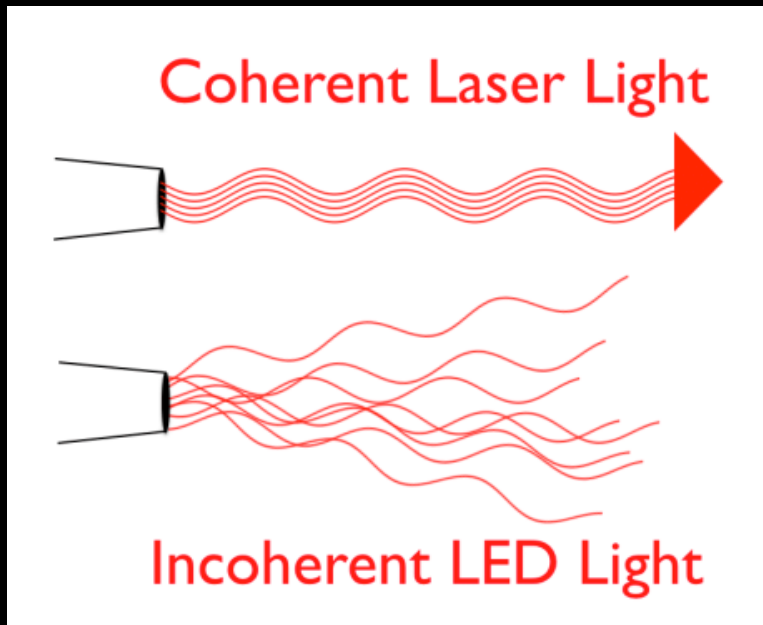
**Interference** = skládání světelných vln

IF je důkazem, že světlo je elektromagnetické vlnění

**Koherence světla** – mezi světelnými vlnami stejné frekvence je **konstantní fázový rozdíl** (např. laser). Koherence je základní podmínkou pro vznik IF.

Klasická žárovka, LED

– nekoherentní světlo.

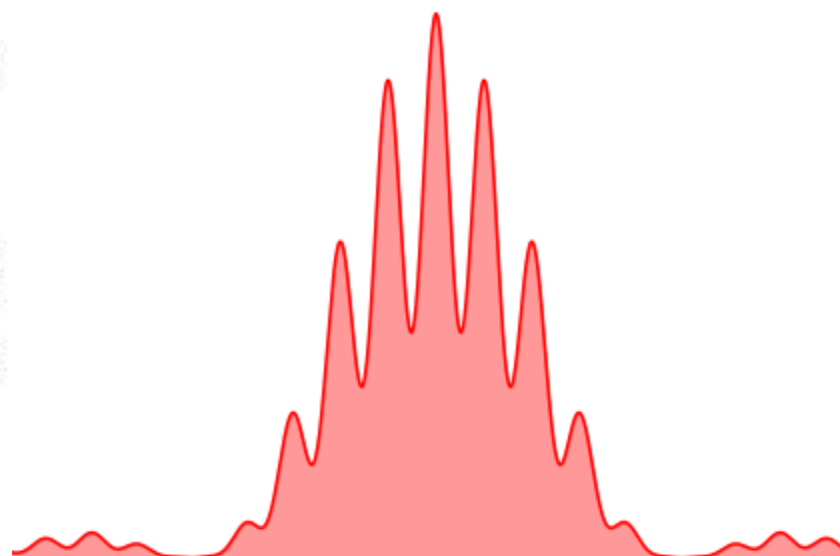
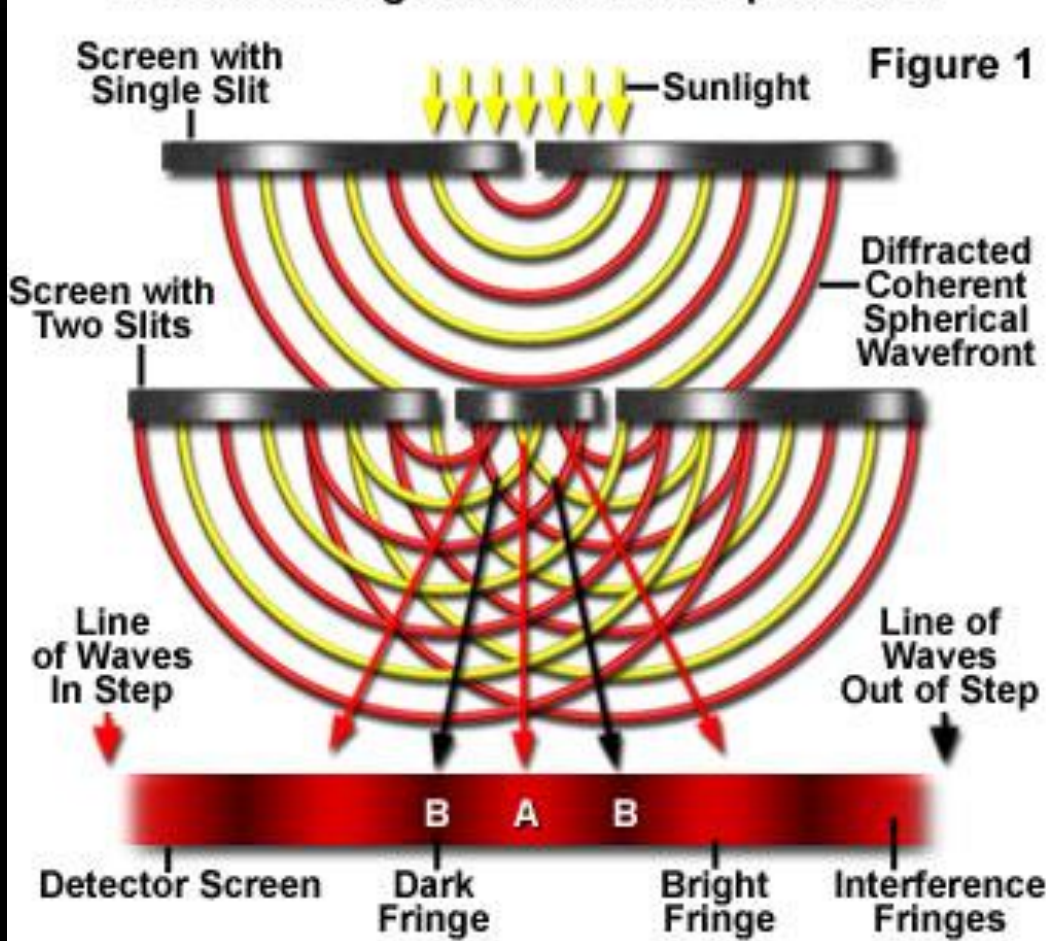


# IF SVĚTLA – YOUNGŮV EXPERIMENT

Thomas Young (1773 – 1829) – anglický lékař a fyzik

1801 – IF na dvojštěrbíně – dvousvazková IF

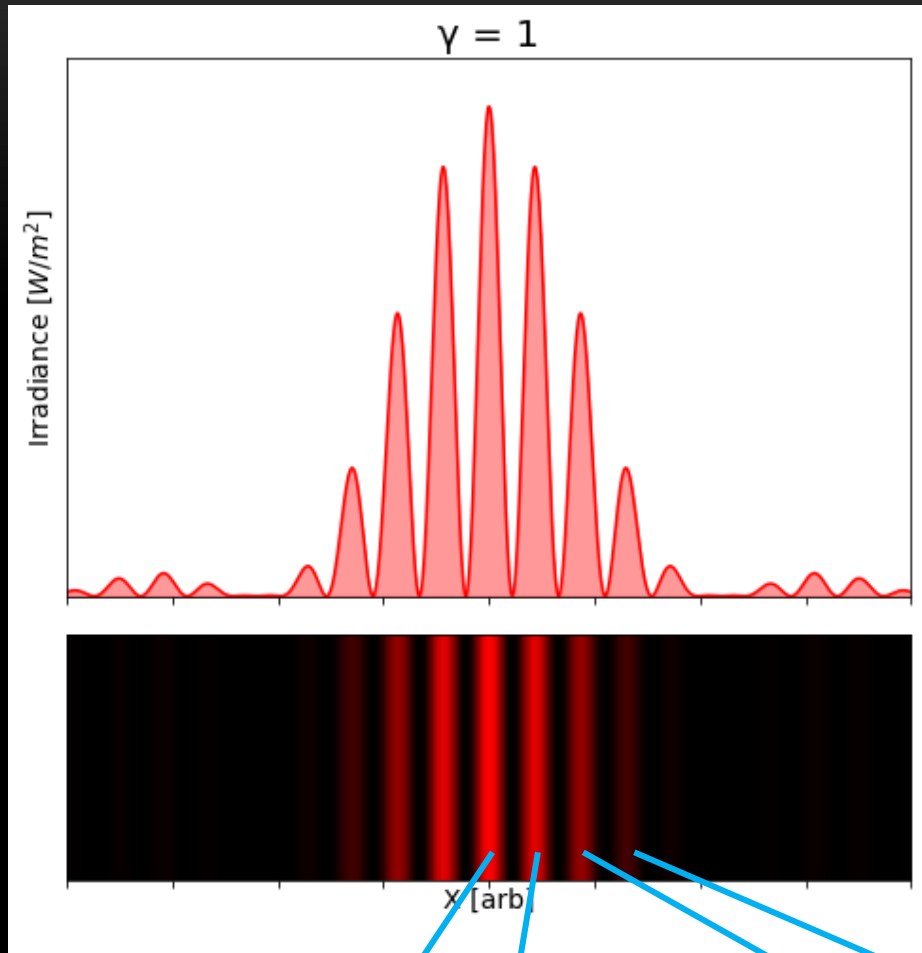
Thomas Young's Double Slit Experiment



Interferenční obrazec



# IF MAXIMA A MINIMA



## IF maxima

– interferující světla se setkávají se **stejnou** fází

Dráhový rozdíl  $\Delta l$

$$\Delta l = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda, k = 0, 1, 2, \dots$$

## IF minima

– interferující světla se setkávají s **opačnou** fází

Dráhový rozdíl  $\Delta l$

$$\Delta l = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}, k = 0, 1, 2, \dots$$

$k = 0$

$k = 1$  (maximum 1. řádu)

$k = 2$

$k = 3$

$k$  – řád IF maxima (min)

Světlé proužky (červené) – IF maxima

Tmavé proužky (černé) – IF minima

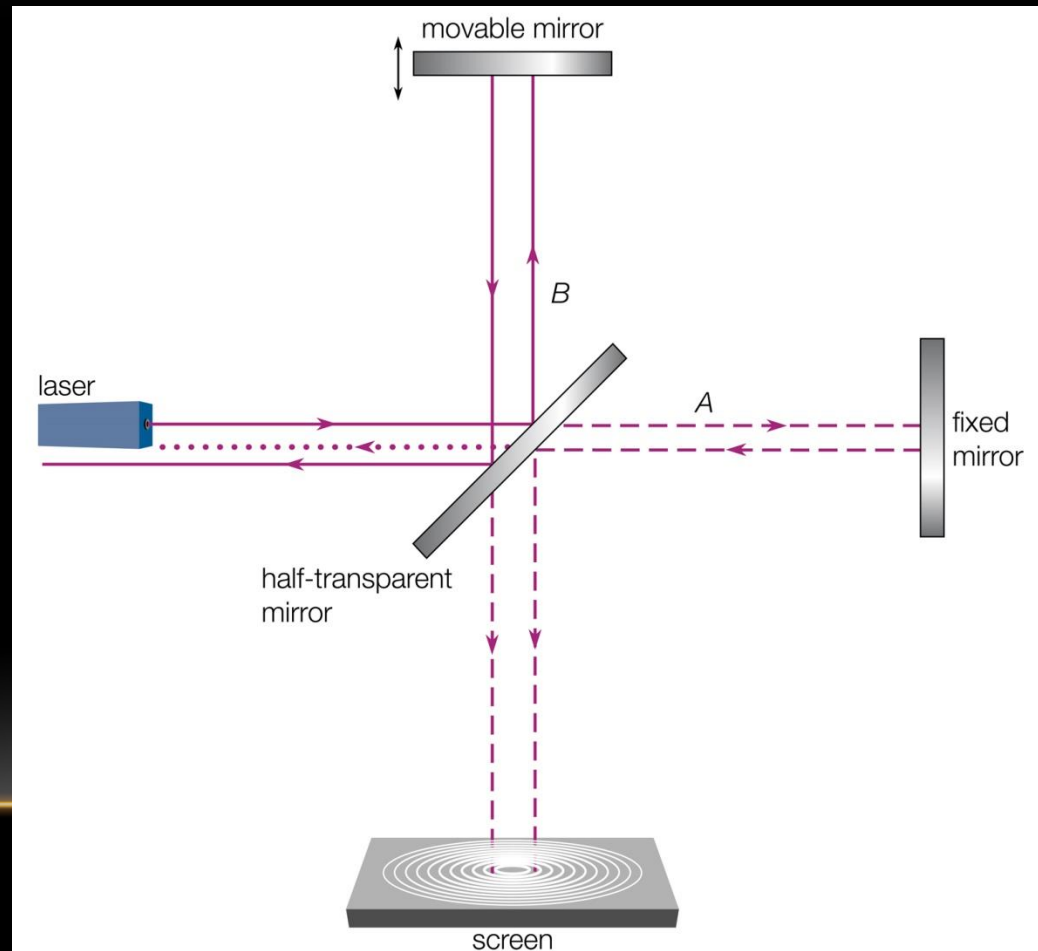
# IF V PRAXI

1. **Interferometr** – přístroj na měření rozdílů velmi malých délek

**Michelsonův interferometr** – důkaz konstantní rychlosti světla: 1881

1887 – Michelsonův-Morleyův experiment – vyvrátil existenci éteru

Podnítl vznik STR (Einstein)



# IF V PRAXI

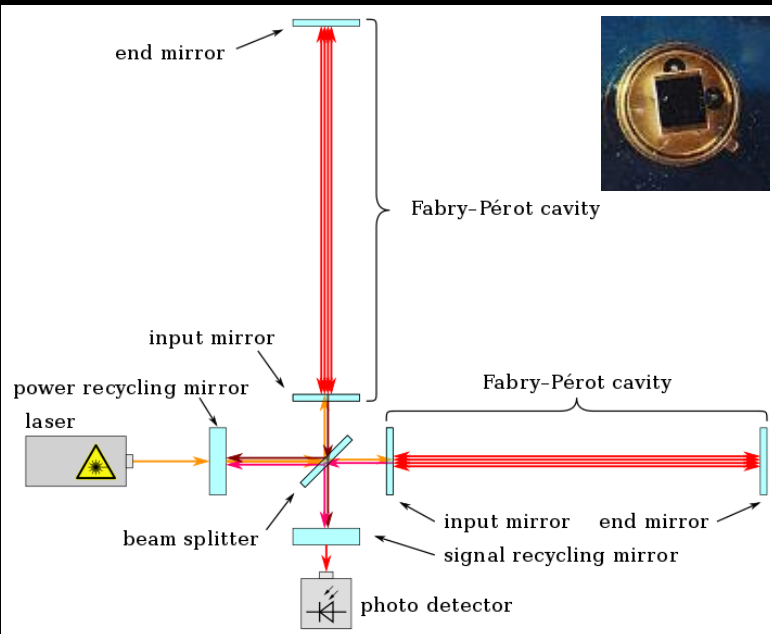
1. **Interferometr** – přístroj na měření rozdílů velmi malých délek

**LIGO** – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (2002)

14. 9. 2015 – první přímá detekce gravitačních vln (Einstein OTR)

Měřitelný dráhový rozdíl:  $10^{-18}$  m (jádro atomu:  $10^{-15}$  m)

Délka IF ramen: 4 km





# IF V PRAXI

## 2. Holografie





# IF V PRAXI

## 3. Tenké vrstvy

- antireflexní vrstvy objektivů, brýlí:
- tloušťka: 100 nm ( $d = \lambda/4n$ )



# DIFRAKCE SVĚTLA

**Difrakce** = ohyb světelných vln na otvorech, překážkách o velikosti  $\mu\text{m}$ ,  $\text{nm}$

Difrakce je důkazem, že **světlo má vlnový charakter**.

Světlo se šíří i za překážku do oblasti geometrického stínu.

- **Fresnelovy (frenelovy) ohybové jevy**  
zdroj, překážka, stínítko
- **Fraunhoferovy ohybové jevy**  
zdroj, čočka, překážka, čočka, stínítko  
ohyb na štěrbině, dvojštěrbině,  
optické mřížce



Circular aperture



# DIFRAKCE SVĚTLA

Ohyb na hraně



Ohyb na 10 kruhových otvorech na kružnici



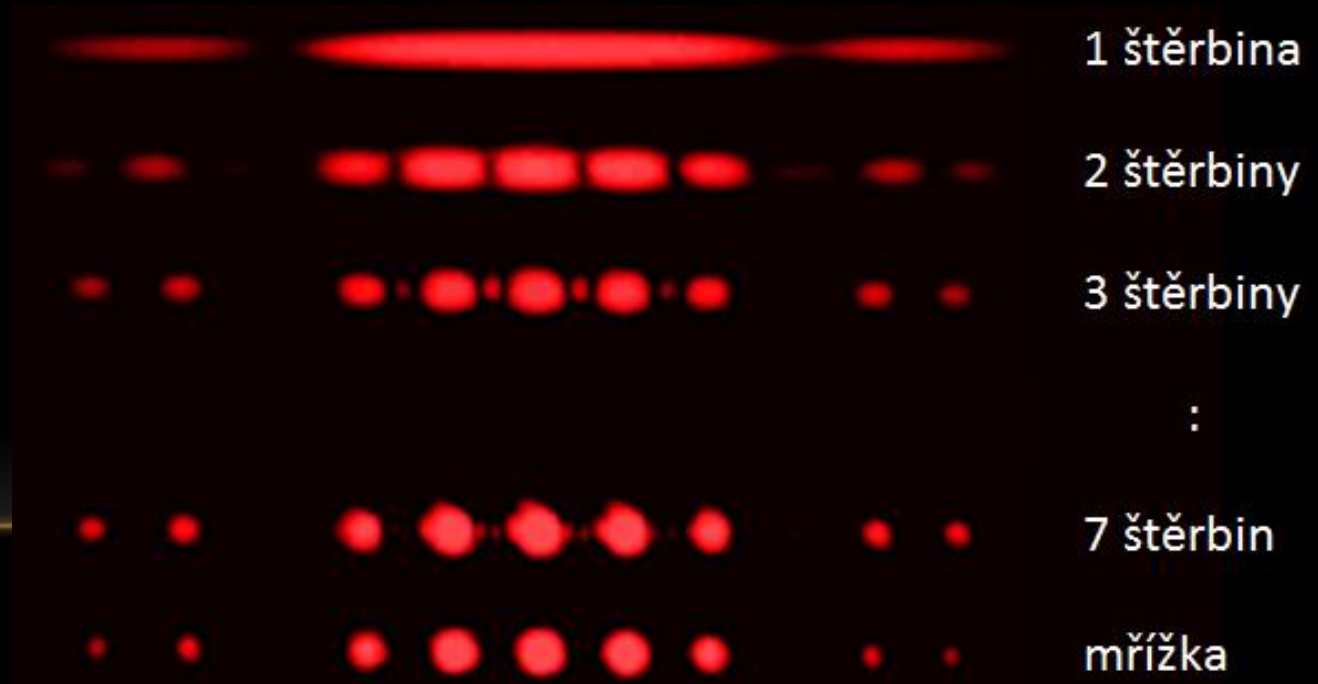
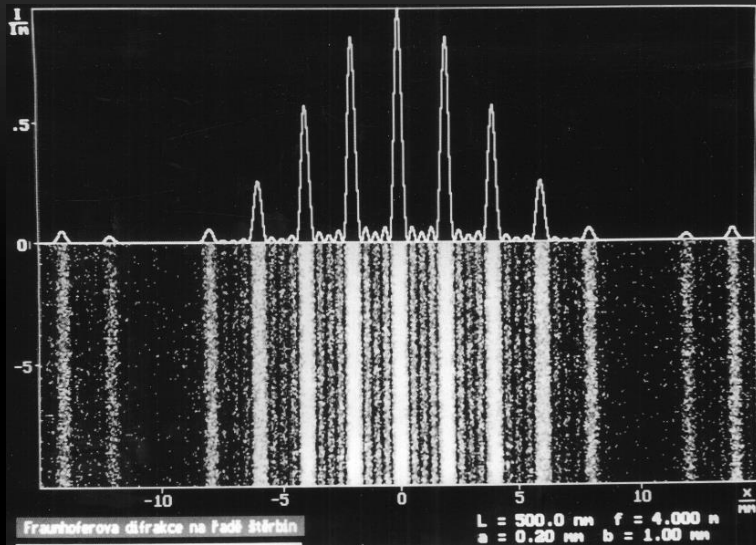
Ohyb na 2 kruhových otvorech





# DIFRAKCE SVĚTLA NA OPTICKÉ MŘÍŽCE

Difrakce na 5 šterbinách  $b = 1 \text{ nm}$





# DIFRAKCE SVĚTLA NA OPTICKÉ MŘÍŽCE

$b$  – mřížková konstanta – udává vzdálenost štěrbin

$\Delta l$  – dráhový rozdíl světelných paprsků  $l_1$  a  $l_2$

$d$  – vzdálenost mřížky od stínítka

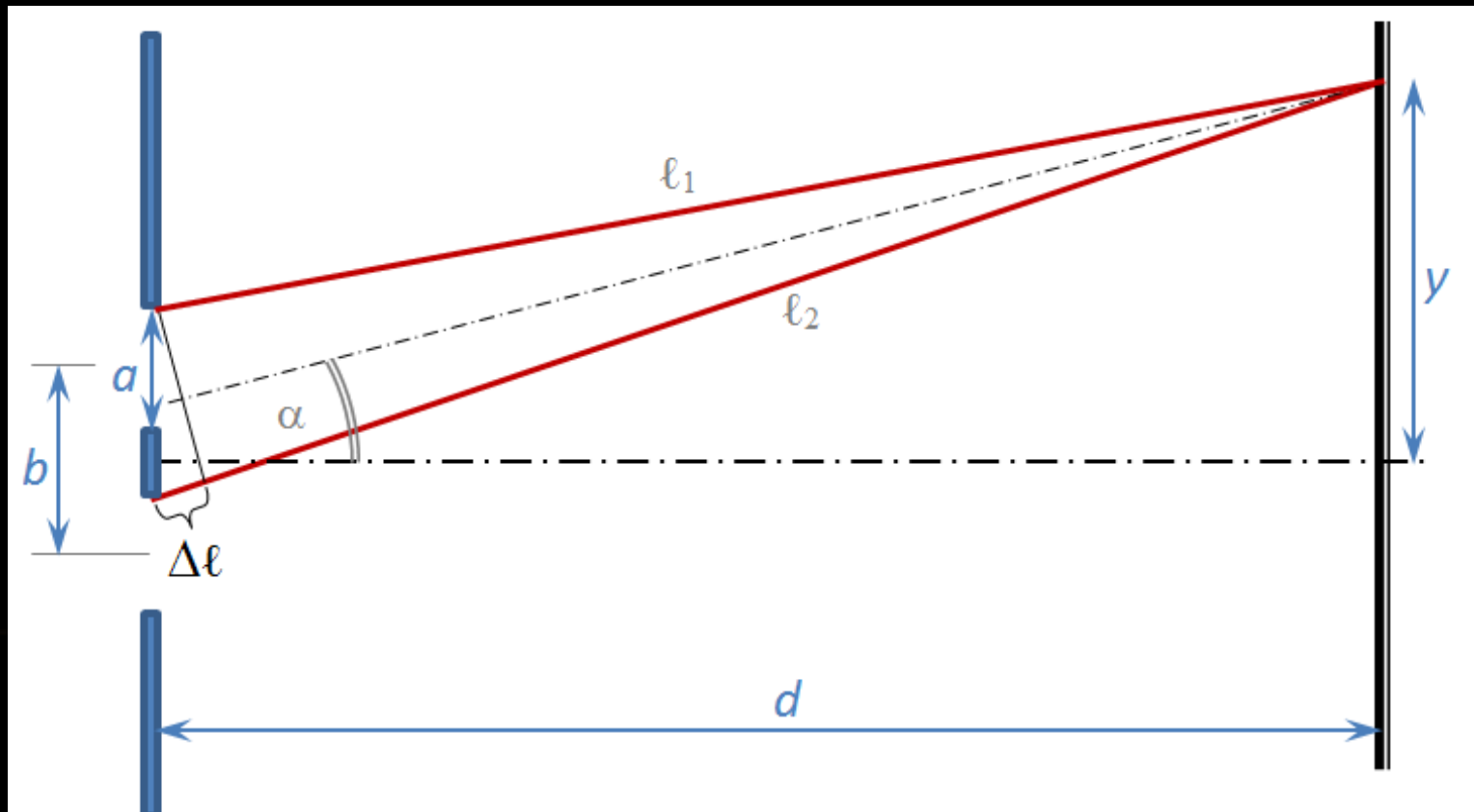
$y$  – poloha maxima k-tého řádu

$\alpha$  – úhel ohybu

$\lambda$  – vlnová délka světla

Podmínka pro IF maxima

$$b \sin \alpha = k \lambda$$



# MĚŘENÍ VLNOVÉ DÉLKY SVĚTLA

$b$  – **mřížková konstanta** – udává vzdálenost šterbin

$L$  – vzdálenost mřížky od stínítka

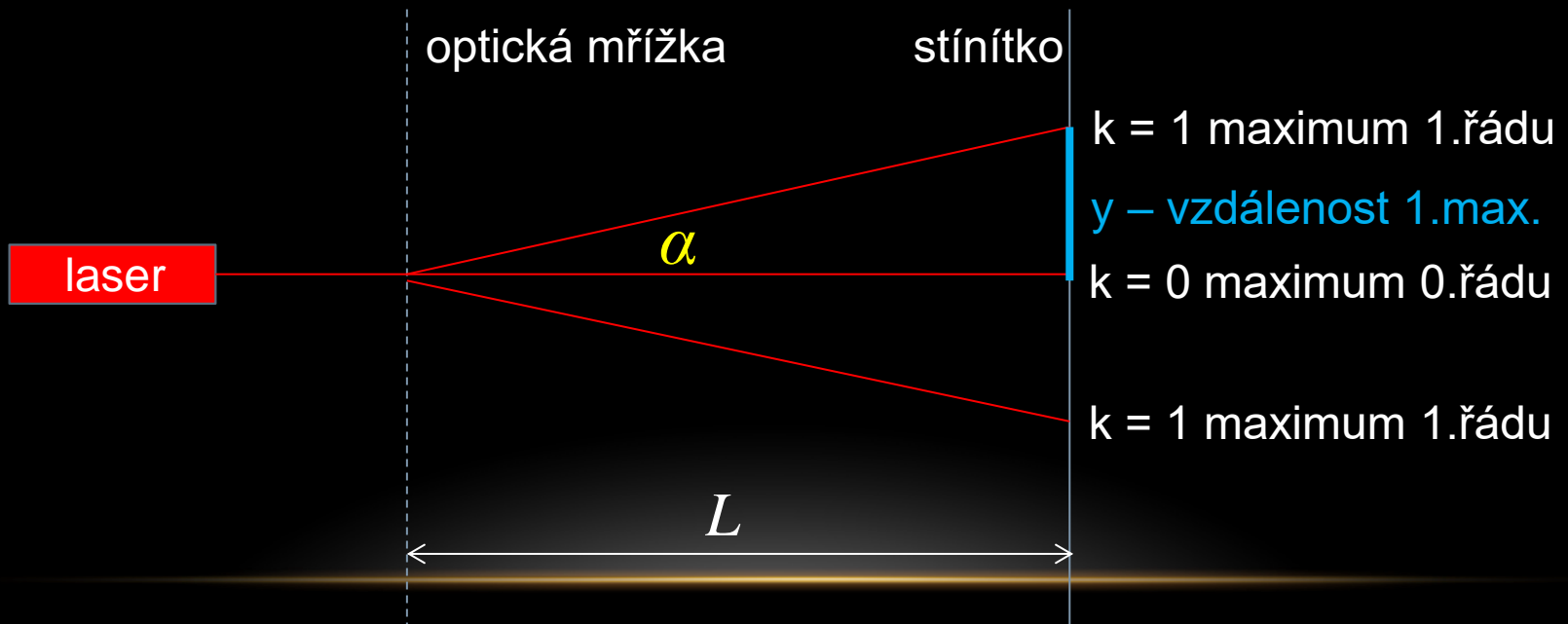
$y$  – poloha maxima  $k$ -tého řádu

$\alpha$  – úhel ohybu

$\lambda$  – vlnová délka světla

**Vlnová délka světla**

$$\lambda = \frac{b}{\sqrt{\left(\frac{L}{y}\right)^2 + 1}}$$



# DIFRAKCE SVĚTLA NA OPTICKÉ MŘÍŽCE



Difrakční obrazec z bílé zářivky

# DIFRAKCE SVĚTLA NA OPTICKÉ MŘÍŽCE



Červená LED

Žlutá LED

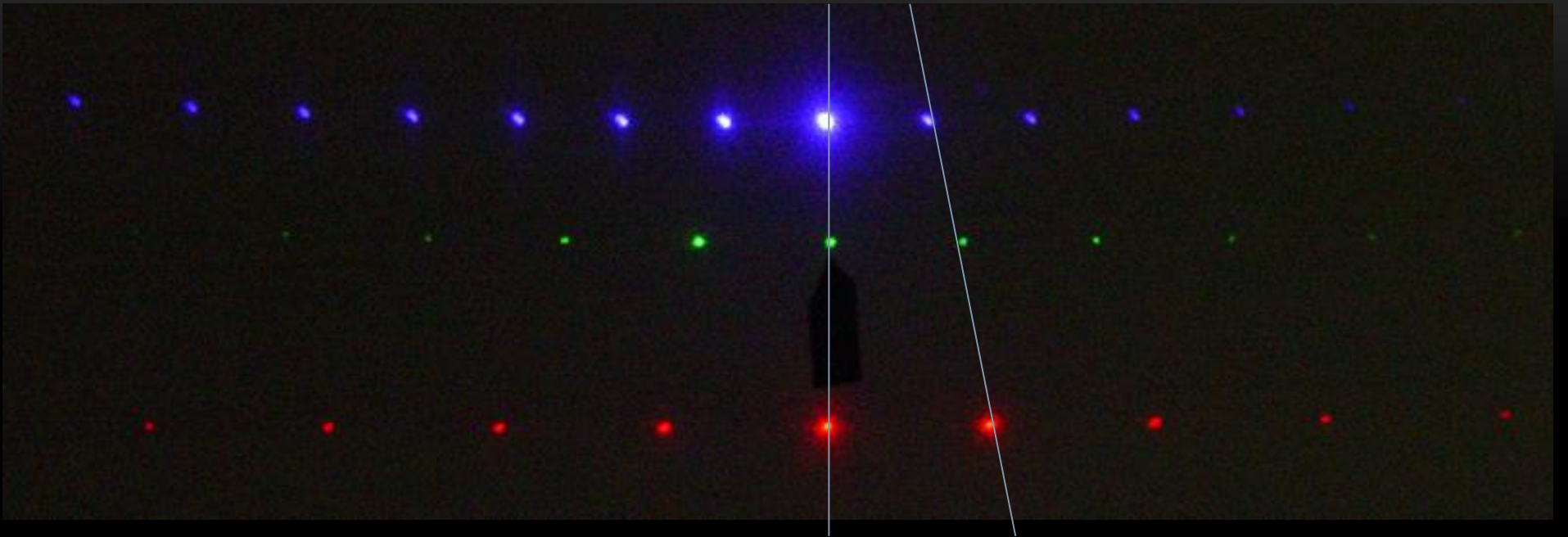
Zelená LED

Modrá LED

Difrakční obrazec RGB LED



# DIFRAKCE SVĚTLA NA OPTICKÉ MŘÍŽCE



4. max.

3. max.

2. max.

1. max.

0. max.

1. max.

2. max.

3. max.

4. max.

**Červená** barva – největší vlnová délka (**650 nm**) – více se ohýbá

**Zelená** barva – střední vlnová délka (**555 nm**)

**Modrá** barva – nejmenší vlnová délka (**450 nm**) – nejméně se ohýbá

Difrakční obrazec RGB Laser