

Spektrální optické analyzátoři

- **disperzní**
směr šíření záření závislý na spektrální charakteristice – *hranol, mřížka*
- **interferenční**
propustnost díky interferenčnímu efektu závislá na spektrální charakteristice
- *Fabryho-Perotův interferometr, Michelsonův interferometr*

Způsob užití

- přeladitelný spektrální filtr (úzkopásmová propust)

propouští jen úzký výsek spektra (úzké rozmezí frekvencí), který lze definovaně měnit postavený na disperzních prvcích (= *monochromátory*) nebo *F.-P. interferometru*

- spektrograf

vytváří rozložené spektrum v rovině, kam se vkládá plošný mnohokanálový detektor (dříve fotomateriál)

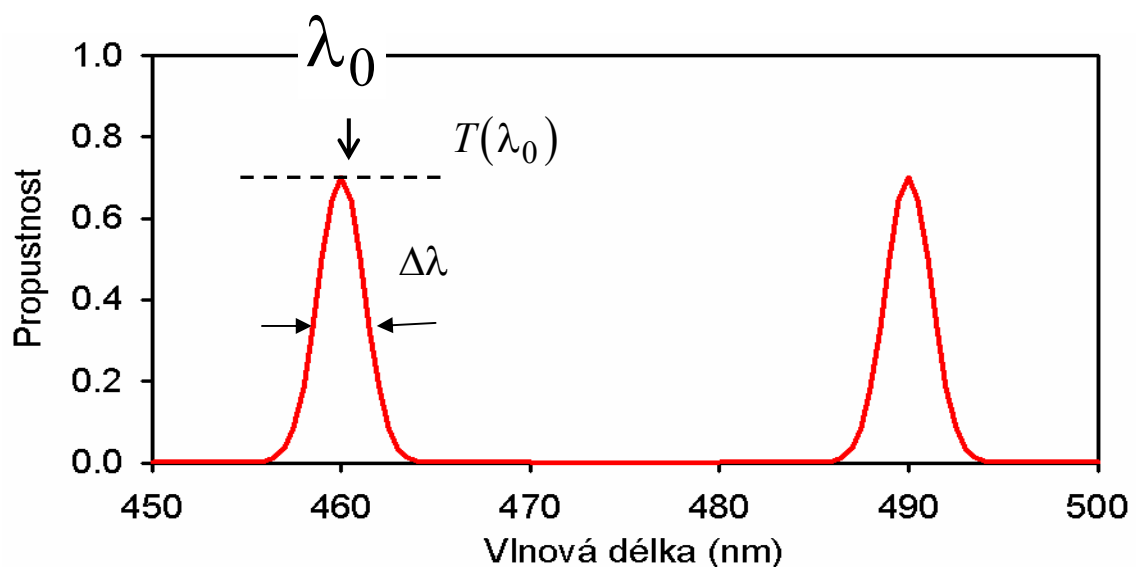
postavený na disperzních prvcích

fourierovský optický spektrometr

postaven na základě Mich. interferometru

Hlavní charakteristiky filtru

- střed propouštěného pásma ... λ_0
- pološířka propouštěného pásma (FWHM) ... $\Delta\lambda$
- nejmenší možná pološířka (mezní rozlišení) ... $\delta\lambda$
- maximální propustnost ... $T(\lambda_0)$
- volný spektrální interval ... Λ



Hranolový monochromátor

parametry hranolu:

materiál $n(\lambda)$

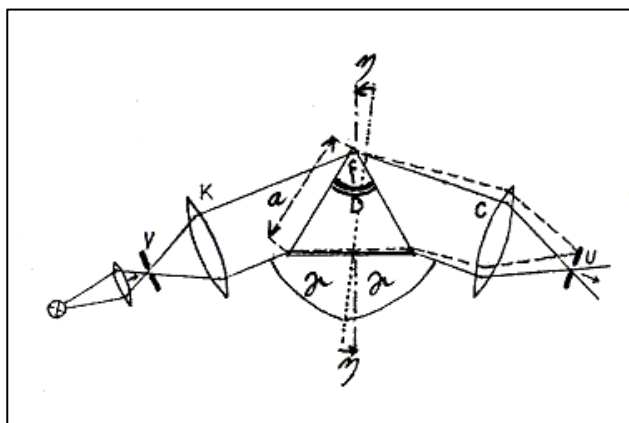
lámavý úhel ζ , délka lámavé hrany a

parametry ostatní:

ohnisková vzdálenost f

šířka vstupní a výstupní štěrby v, u

natočení hranolu η



$$\lambda_0 = g(n_0); n_0 = \frac{\sqrt{\cos^2 \gamma + \cos^2 (\zeta - \gamma) + 2 \cos \gamma \cos (\zeta - \gamma) \cos 2\eta}}{\sin \zeta}$$

$$\Delta \lambda = \frac{\max(v, u)}{f} \frac{\sqrt{1 - n_0^2 \sin^2 \frac{\zeta}{2}}}{2 \sin \frac{\zeta}{2}} \frac{d g(n_0)}{d n} \quad \text{pro minimální deviaci}$$

$$\delta \lambda = \frac{\lambda_0}{a} \frac{d g(n_0)}{d n} \quad \Lambda \text{ v mezích monotonnosti } n(\lambda)$$

Mřížkový monochromátor

parametry mřížky:

mřížková konstanta d

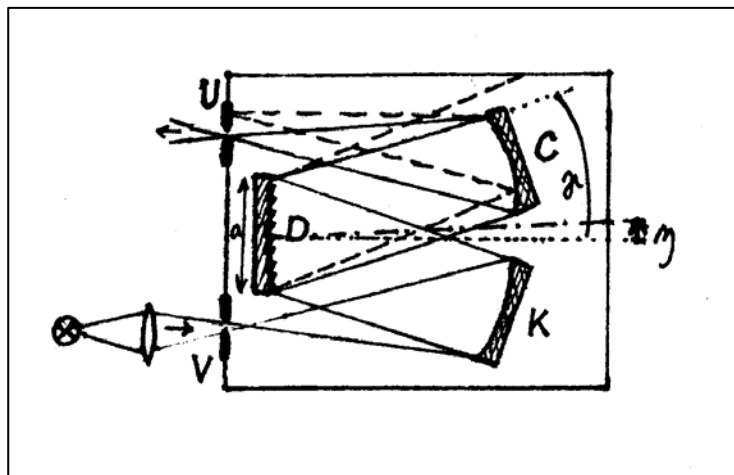
šířka mřížky a

parametry ostatní:

ohnisková vzdálenost f

šířka vstupní a výstupní štěrby v, u

natočení mřížky η



$$\lambda_0 = 2 \frac{d}{m} \sin \eta \cos \gamma \quad m = \text{řád interference}$$

$$\Delta \lambda = \frac{\max(v, u)}{f} \frac{d}{m} \cos(\eta + \gamma) \quad , \quad \delta \lambda = \frac{\lambda_0}{m d a}$$

$$\Lambda_1 \equiv \left(\frac{\lambda_0}{2}; \infty \right) \quad \Lambda_m \equiv \left(\lambda_0 \frac{m}{m+1}; \lambda_0 \frac{m}{m-1} \right) \text{ pro } m = 2, 3, \dots$$

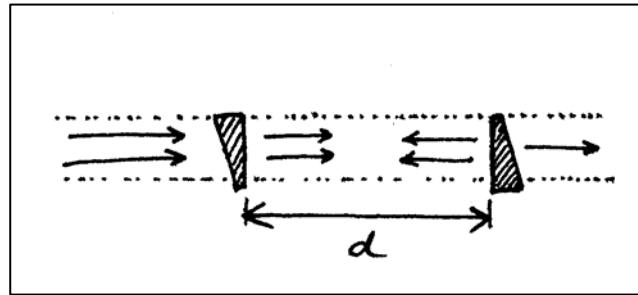
Fabryho-Perotův interferometr

parametry inteferometru:

vzdálenost zrcadel d

index lomu vnitřního prostředí n

reflexní čistota („finesa“) F_R

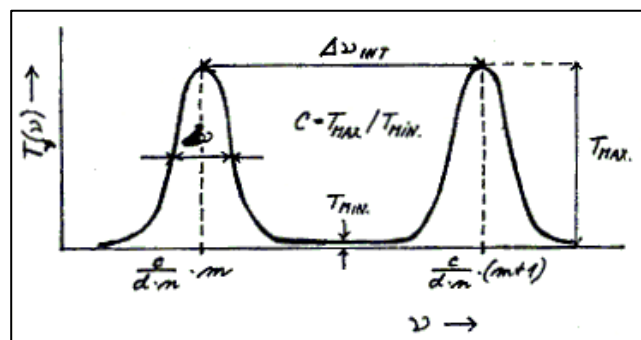


$$\lambda_0 = 2d/m$$

$$\Delta\lambda = \lambda^2 / (2F_R d) \quad F_R \cong 50 \quad m = \text{řád interference}$$

$$\Lambda = 4d / (m^2 - 1)$$

ladí se změnou d nebo n



Fourierovský spektrometr

Michelsonův interferometr

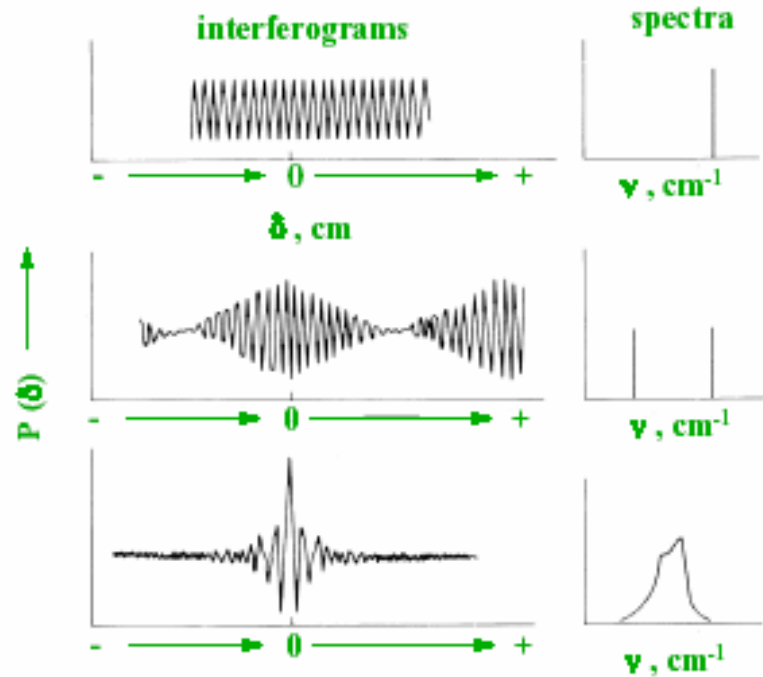
okamžitá vzdálenost zrcadel Δl

Při dopadu záření o jedné frekvenci

$$I(\Delta l) = \frac{I^0}{2} \left(1 + \cos \frac{4\pi \Delta l}{\lambda} \right) = \frac{I^0}{2} \left(1 + \cos \frac{4\pi \nu n \Delta l}{c} \right)$$

Při dopadu záření s různými frekvencemi, spektrum

$$I(\Delta l) = \int \frac{I_v^0(\nu)}{2} \left(1 + \cos \frac{4\pi \Delta l}{\lambda} \right) d\nu = konst. + \frac{1}{2} \int I_v^0(\nu) \cos \frac{4\pi \Delta l}{\lambda} d\nu$$

Interferogram složitého spektra**Transformace interferogramu**

Zpětná Fourierova transformace, vychází se z integrálu

$$\int I_{INTF}(\Delta l) \exp\left(-\frac{i 2 \pi \nu n \Delta l}{c}\right) d(\Delta l)$$

význam Fourierovy transformace: analyzuje amplitudy a fáze harmonických příspěvků z časového průběhu

Nutné další matematické úpravy a korekce

APODIZACE – násilný útlum vzdálených částí interferogramu

FÁZOVÁ KOREKCE – sesazení reálné a imaginární části po transformaci

Výhody Fourierova spektrometru**Jacquinotova výhoda**

velká propustnost pro optické záření
(nejsou štěrby)

Fellgettova výhoda

současná detekce signálu přes celý spektrální obor
podstatně vyšší měřený signál – lepší poměr
signál/šum

Connesova výhoda

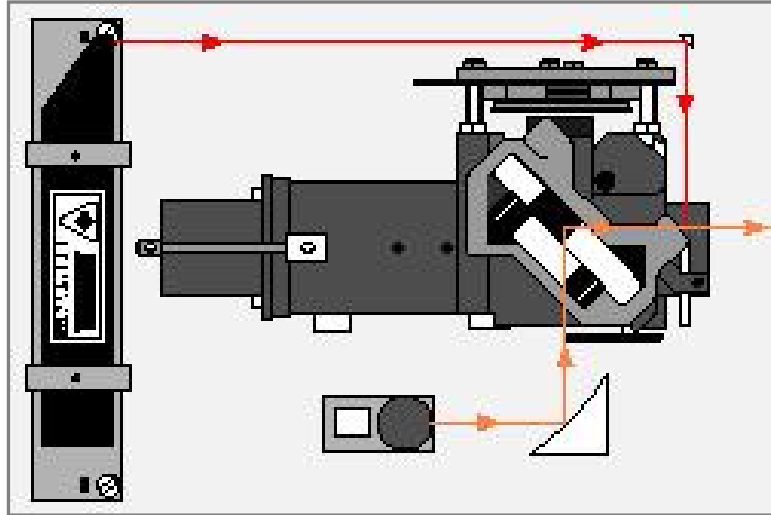
spektrální kalibrace je zaručena He-Ne laserem,
není třeba kalibrovat nebo korigovat
(pozor, platí při ideálním nastavení svazků)

Spektrální rozsah a spektrální rozlišení

Spektrální rozlišení je dáno maximální změnou optické dráhy při pohybu zrcadla

$$\Delta\tilde{\nu}_{MIN} = 1/\Delta l_{MAX}$$

problémy pro rozlišení lepší než 0.1 cm^{-1}

**Spektrální rozsah**

je dán nejmenším rozlišitelným krokem pohybu zrcadla

$$\Delta\tilde{\nu}_{MAX} = 1/\Delta l_{MIN}$$

pro He – Ne laser a odečet na minimu intenzity rozsah $0 - 7900\text{ cm}^{-1}$