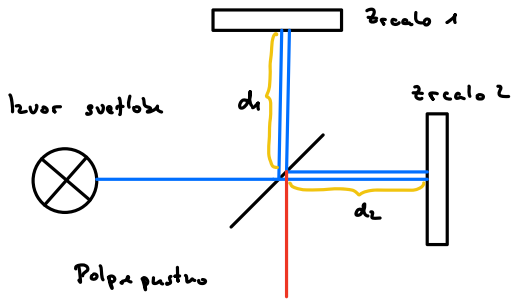
MichInt - Michelsonov interferometer

① Teorija



Laserski izvor $\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(kl - \omega t)$

kjer je $k = \frac{\omega}{c_0} = \frac{2\pi}{\lambda}$.

Optična pot $l = \int n(s)\, ds$

El. polje na izhodu je

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{1}{2}\vec{E}_0 \left(\cos(kl_1 - \omega t) + \cos(kl_2 - \omega t) \right)$$

Intenziteta svetlobe $I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} (1 + \cos \Delta\Phi) \rightarrow$ max, min, 0

kjer je $\Delta\phi = k(l_1 - l_2)$

Poznane tudi relacije $\Delta d_1 = \frac{\pi}{k} = \frac{\lambda}{2}$ $\Delta l_1 = 2d_1 = \lambda$ $\Delta\phi = 2\pi$

Ekvidistančne lege: $l_1 = l_2$, $\Delta\phi = 0$, $\forall \lambda$

② Rezultati

① Umeritev interferometra

$\lambda = 633$ nm

$N = 100 \pm 2$

$x = 0{,}162 \pm 0{,}01$ mm $= 162 \pm 10$ µm

Teoretično $N\lambda = 63{,}3 \pm 1{,}3$ µm $= \Delta l_t$

Izmerjeno $\Delta l_i = 2 \cdot x = 324$ µm ± 20 µm

$\eta = \frac{\Delta l_i}{\Delta l_t} = 5{,}12 \pm 0{,}1$ razmerje med pomikom in nastavitvijo mikrometerskega vijaka

② Odvisnost lomnega količnika zraka od zračnega tlaka

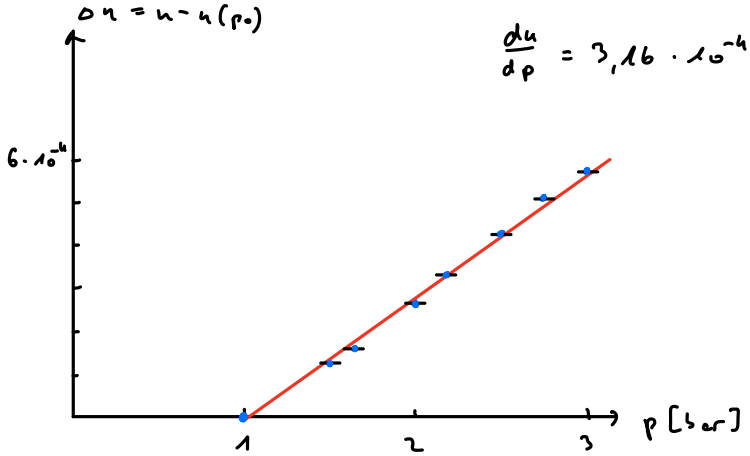
$$\Delta n = \frac{\Delta l}{2 l_k} = \frac{N\lambda}{2 l_k} = \frac{N\ 633 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-3}}$$

napaka v n je $\approx 6{,}3 \cdot 10^{-6}$

Če predpostavimo $n(p_0 = 1\,\text{bar}) = 1{,}0$ sledi $n(p) = n_0 + \frac{dn}{dp}(p - p_0)$

$\Delta n = n - n(p_0)$

p [bar]	n - 1
1,0	0
1,50	$1{,}26 \cdot 10^{-4}$
1,70	$1{,}77 \cdot 10^{-4}$
2,00	$2{,}72 \cdot 10^{-4}$
2,20	$3{,}48 \cdot 10^{-4}$
2,50	$4{,}30 \cdot 10^{-4}$
2,75	$5{,}12 \cdot 10^{-4}$
3,00	$5{,}82 \cdot 10^{-4}$



$\frac{dn}{dp} = 3{,}16 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{bar}} \pm 6{,}3 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{bar}}$

Primerljivo z vodo

$n(1000\,\text{bar}) = 1{,}0 + 3{,}16 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{bar}} \cdot (1000\,\text{bar} - 1\,\text{bar}) = 1{,}32 \pm 0{,}02$

③ Ekvidistančna lega $EK = 6,66\,nm$

Napake meritve težko določimo, saj je sama meritev zelo subjektivna.

④ Koherenčna dolžina

Koherenčna dolžina $d_k = \bar{N} \cdot \bar{\lambda} = 10 \cdot 550\,nm = 5,5\,\mu m \pm 0,5\,\mu m$

Koherenčni čas $\tau_k = \frac{d_k}{c} = 1,83 \cdot 10^{-14}\,s \pm 0,02 \cdot 10^{-14}\,s$

⑤ Določitev val. dolž. najizrazitejših emisijskih črt Na svetilke

Utripanje $I = \frac{I_0}{2}\left(1 + \cos\left((k_1+k_2)d\right) \cos\left((k_1-k_2)d\right)\right)$

hitro nihanje   skupek

Razdalja med posledičnima d_2 ... $(k_1 - k_2)\, d_2 = \pi \Rightarrow \Delta\lambda = \bar{\lambda}^2 / 2d_2$

$$\eta = \frac{N\bar{\lambda}}{2 l_k} \qquad \bar{\lambda} = \frac{2 l_k}{\eta N} = \frac{2 \cdot 0,149}{5,12 \cdot 100} = 582\,nm \pm 11\,nm$$

$$\Delta\lambda = \frac{\bar{\lambda}^2 \eta}{2 d_2} = \frac{(582 \cdot 10^{-9})^2 \cdot 5,12 \cdot 9}{2 \cdot 13,72 \cdot 10^{-3}} = 0,57\,nm$$

$\rightarrow \lambda_{1,2} = \bar{\lambda} \pm \Delta\lambda$ $\lambda_1 = 582,5\,nm$

$\lambda_2 = 581,5\,nm$

Pridobljene vrednosti so znotraj napake meritve. (vir Wikipedia)