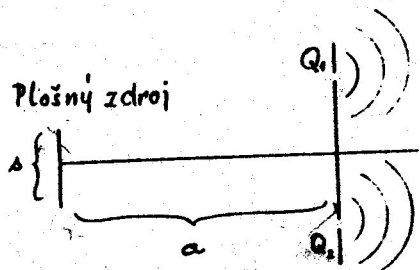


A1. Demonstrujte a objasněte jev zvaný prostorová koherence.

- za zdroj světla bílého světla proměnné velikosti u Youngova pokusu považujte štěrbinu;
- sestavte experiment (bez čoček) podle schématu a pozorujte, jak závisí viditelnost interferenčního jevu na velikosti štěrbiny a na vzdálenosti mezi štěrbinou a dvojštěrbinou.
- sestavte jednoduchý difraktograf podle schématu a opakujte předchozí pozorování.
- na čem závisí a jaký má význam koherenční šířka?



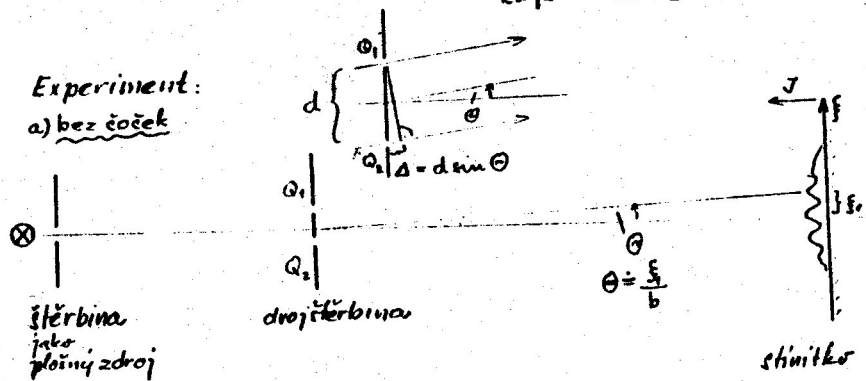
Prostorová koherence:

Koherenční šířka β

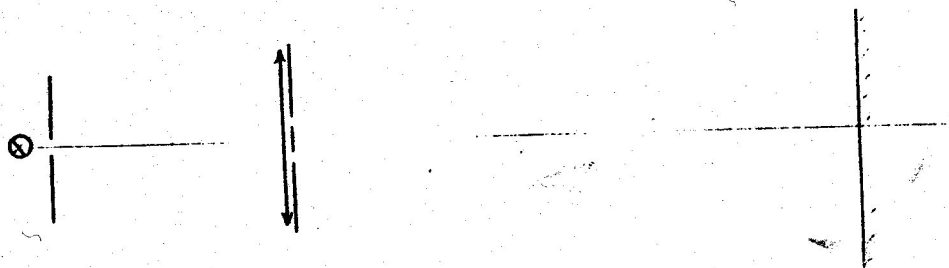
$$\beta = \lambda \frac{a}{\lambda}$$

Sekundární zdroje Q_1 a Q_2 jsou koherenční (prostorově), když $Q_1 Q_2 < \beta$

Experiment:
a) bez čoček



b) jednoduchý difraktograf (čočkou vytvořit obraz štěrbinu na stínítku)

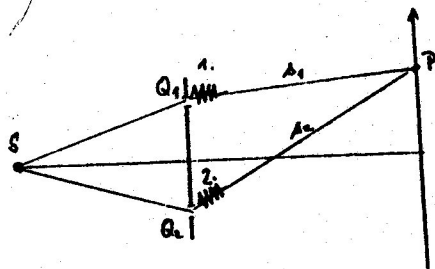
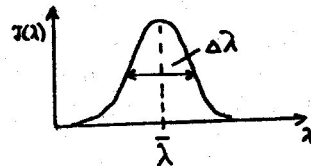


A2. Demonstrujte a objasněte jev zvaný časová koherence.

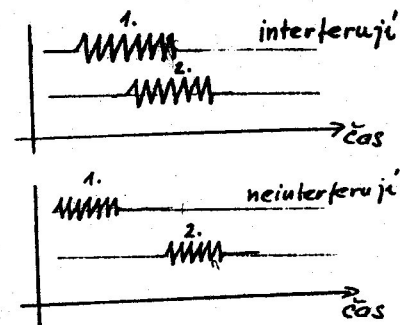
- sestavte Youngův pokus jako jednoduchý difraktograf;
- vlnové klubko zpobdujte zasouváním sklíčka před jednu štěrbinu a pozorujte viditelnost interferenčního jevu.
- na čem závisí a jaký má význam koherenční délka?

Koherenční délka: $\delta = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$

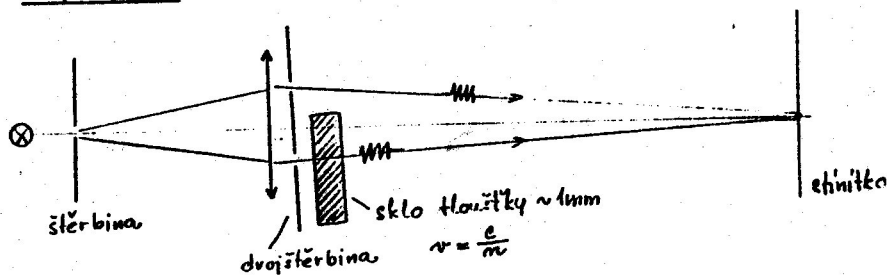
koherenční doba: $\tau = \frac{\delta}{c}$



Sekundární zdroje Q_1 a Q_2 jsou časově koherenční, když $|A_2 - A_1| < \delta$



Experiment:

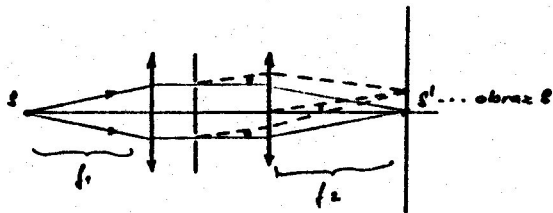


A3. Demonstrujte a objasněte určení vlnové délky Youngovým pokusem.

- sestavte jednoduchý difraktograf a pozorujte vzdálenost interferenčních proužků pro různé dvojštěrbiny.
- odvoďte výraz pro intenzitu při Youngově pokusu. Použijte fázorový diagram.

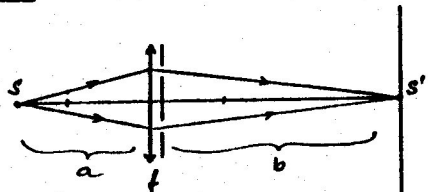
Youngův pokus \equiv Fraunhoferova difrakce na dvojštěrbině (aproximace rovinných vln)

a) Úplný difraktograf:



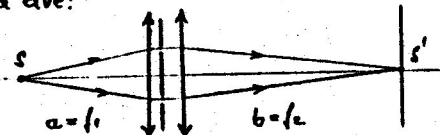
b) Jednoduchý difraktograf:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$



Rozklad tenké čočky na dvě:

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{c} = \frac{1}{f}$$



Fázorový diagram: (učebnice 9 III.)

$$u_1 = U_0 \sin \omega(t - \frac{x_1}{v})$$

$$u_2 = U_0 \sin \omega(t - \frac{x_2}{v})$$

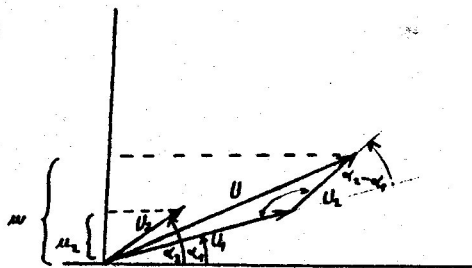
$$u = u_1 + u_2 \quad \alpha_2$$

kosinová věta:

$$U^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2U_1U_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$$

Intenzita:

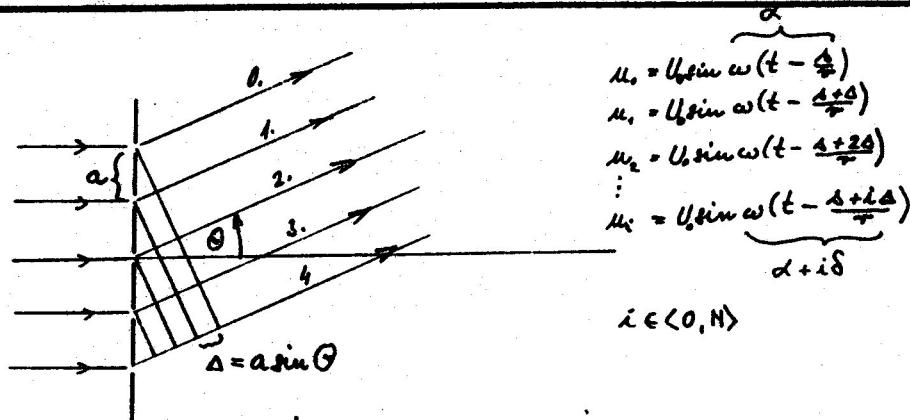
$$J \sim U^2$$



Analogie mat. definice goniometrických funkcí!

A4. Demonstrujte a objasněte difrakci světla na lineární optické mřížce:

- sestavte jednoduchý difraktograf a pozorujte difrakci bílého světla na různých mřížkách;
- použijte mřížky na průchod a na odraz, dávejte je těsně za čočku;
- odhadněte mřížkovou konstantu z pozorovaných jevů.
- objasněte princip funkce jednoduchého difraktografu při pozorování Fraunhoferových difrakčních jevů.



$$u_0 = U_0 \sin \omega(t - \frac{x}{v})$$

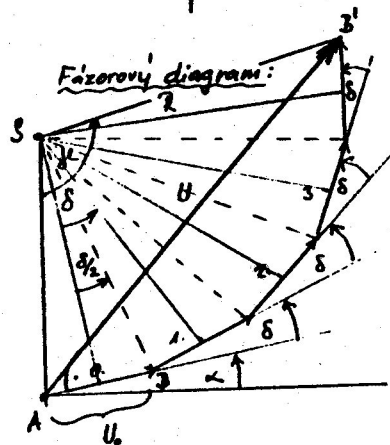
$$u_1 = U_0 \sin \omega(t - \frac{x + \Delta}{v})$$

$$u_2 = U_0 \sin \omega(t - \frac{x + 2\Delta}{v})$$

$$\vdots$$

$$u_i = U_0 \sin \omega(t - \frac{x + i\Delta}{v})$$

$i \in \langle 0, N \rangle$



$\mu = N\delta$

$\Delta SAB \dots$ isosceles triangle

$SA = R$

$R = \frac{U_0}{2} \frac{1}{\sin \frac{\delta}{2}}$

$\Delta SAB' \dots$ isosceles triangle

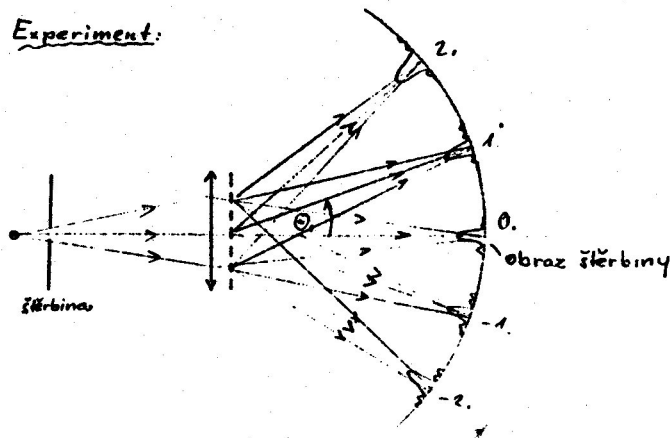
$SB' = U$

$U = 2R \sin \frac{\mu}{2}$

$U = U_0 \frac{\sin \frac{\mu}{2}}{\sin \frac{\delta}{2}}$

$J \approx U^2$

Experiment:



- A5. Demonstrujte a objasněte princip pozorování difrakčních jevů okem a dalekohledem.
- na konec chodby dejte bodový zdroj světla a dívejte se na něj přes difrakční mřížky, které dáte těsně před okno, nebo těsně před objektiv dalekohledu;
 - jako difrakční objekty použijte dvojštěrbiny, lin. mřížky, tkaninu, čtvercovou síťku, aj.

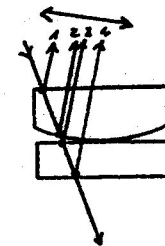
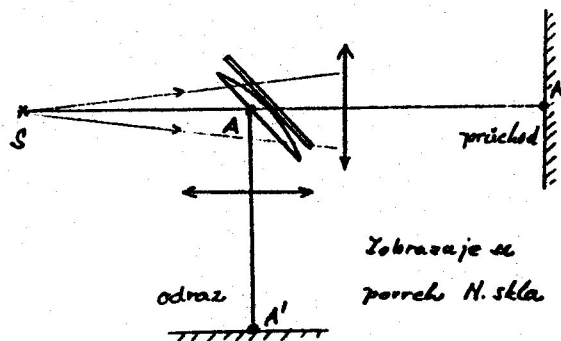
Princip vytváření obrazu dalekohledem je totožný s principem jednoduchého difraktografu.

Totéž platí i pro oko, fotografický aparát, apod.

Svitici bod předmětu se zobrazí jako ploška odpovídající Fraunhoferově difraci na tvaru vstupní pupily čočky.

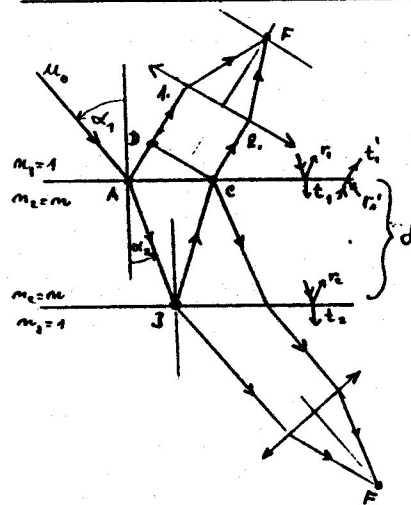
Vstupní pupilu nahradíme difrakčními objekty. Místo celého předmětu pozorujeme jen jeden svitici bod.

- A6. Demonstrujte a objasněte interferenci světla na tenké vrstvě.
- Zobraďte interferenční proužky na Newtonových sklech čočkou na stínítku, vysvětlete rozdíly v pozorovaném jevu na odraz a na průchod;
 - přitiskněte dvě skla na sebe a pozorujte okem interferenční jev na vzduchové mezezi.



Které paprsky interferují v bílém světle?
Časová koherence?
Prostorová koherence?
Úloha čočky?

Odvození interference na planoparalelní vrstvě:



$$U_1 = U_0 r_1 \sin \omega(t - \frac{A_1 + A_2}{v_1}) \quad v_1 = \frac{c}{n_1}$$

$$U_2 = U_0 t_1 r_2' t_2'' \sin \omega(t - \frac{A_0}{v_2} - \frac{A_2}{v_2}) \quad v_2 = \frac{c}{n_2}$$

$$t_1 = t_2 = 1$$

$$r_1 (\text{vzduch} \rightarrow \text{sklo}) = \frac{1-n}{1+n} < 0 \Rightarrow \text{fázový posuv } \varphi_0 = \pi$$

$$r_2' (\text{sklo} \rightarrow \text{vzduch}) = \frac{n-1}{n+1} > 0 \Rightarrow \text{---} \varphi_0 = 0$$

$$A_1 = AD, \quad A_2 = AB + BC, \quad A_0 = DF = CF$$

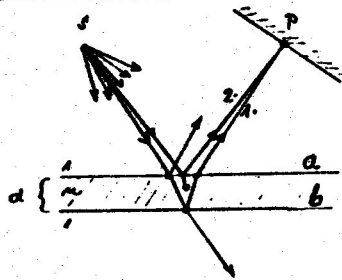
$$U = U_1 + U_2; \quad r_1^2 = R; \quad r_2^2 = R$$

$$I \sim U^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2U_1 U_2 \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} 2md \cos \alpha_2 + \varphi_1 \right]$$

A7. Demonstrujte a objasněte interferenci proužky stejného sklonu:

- Laserem vytvořte mírně rozbíhavý svazek a nechte jej dopadat na slídovou nebo skleněnou destičku pod různými úhly a pozorujte intenzitu odraženého svazku;
- Značně divergentní svazek světla ze sodíkové výbojky nechte dopadat na tenkou slídovou destičku. Na stěně pozorujte interferenční jev v odraženém světle (tzv. Pohlův pokus).

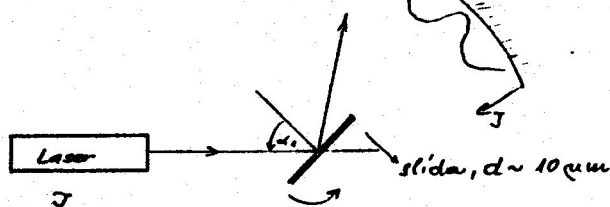
Interference na tenké vrstvě bez čočky:



- Rozbíhavý svazek
- K paprsku 1. odraženému na rozhraní a se vždy najde paprsek 2. odražený na b, aby se oba protavily v P, kde interferují.
- důležité splnění podmínek časové i prostorové koherence.

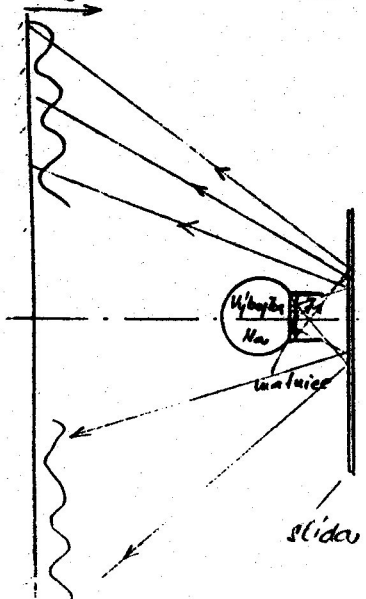
$2nd \cos \alpha_2$... závislost $J(\alpha_2)$... proužky stejného sklonu

slída (zod")



koherence délka pro dublet Na:

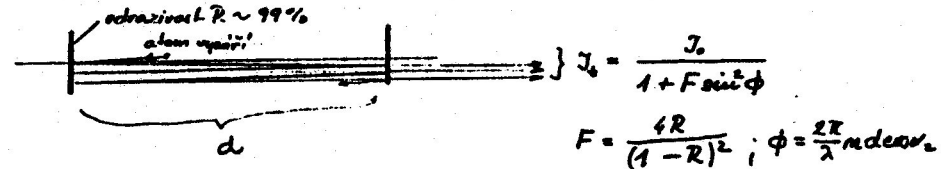
$$\delta = \frac{\lambda^2}{\Delta \lambda}$$



A8. Demonstrujte a objasněte difrakci na šěrbině:

- Laserový svazek světla nechte dopadat na šěrbinu, měňte její šířku a pozorujte difrakční jev;
- Pozorujte difrakci laserového světla na jiných difrakčních objektech.

Plynový laser < aktivní prostředí, metastabilní stavy, nezářivá excitace
optický rezonátor → mnohonásobný odraz na dvou paralelních zrcadlech, podélné mody

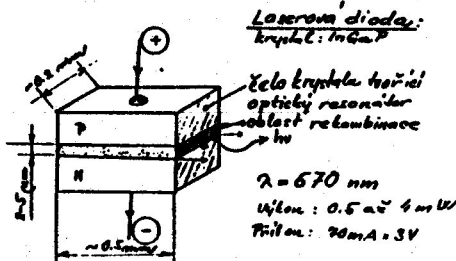
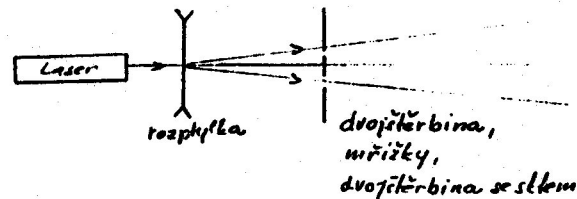
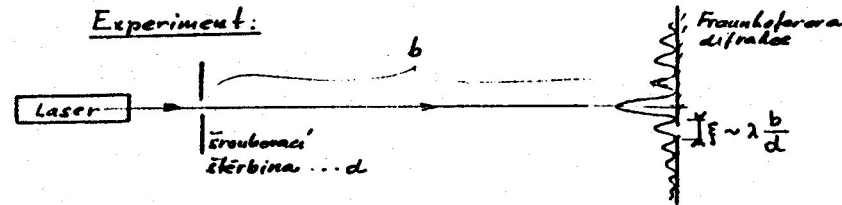


Koherence délka: $\delta = \frac{\lambda^2}{\Delta \lambda} = \frac{1}{(F) 2nd \cos \alpha_2}$



Prostorová koherence: vynucené vyzáření atomů v excitovaném stavu.
 $\lambda_{HeNe} = 632.8 \text{ nm}$

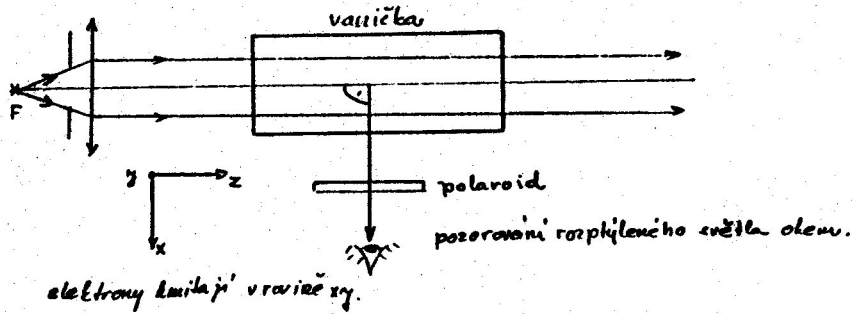
Experiment:



koherence délka:
 $\delta = \frac{\lambda^2}{\Delta \lambda} \approx 2nd \sim 1 \text{ mm}$

B1. **Demonstrujte a objasněte polarizaci světla rozptylem:** (objektivní způsob určení směru propustnosti polaroidů):

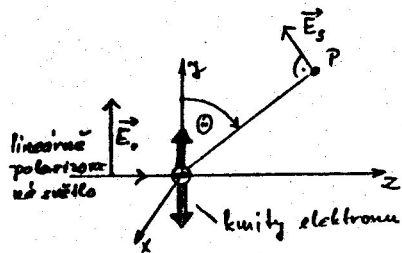
- vytvořte rovnoběžný svazek světla o průměru asi 1 cm, který necháte procházet vaničkou v níž je roztok cozinu ve vodě;
- pozorujte světlo vycházející z vaničky ve směru kolmém na primární svazek do jehož cesty budete vkládat červený filtr, rozlište rozptýlené světlo od fluorescence.
- pozorujte okem rozptýlené světlo přes polaroid a určete směr jeho propustnosti;
- vložte do primárního svazku polaroid a pak opět okem pozorujte rozptýlené světlo při otáčení polaroidem.



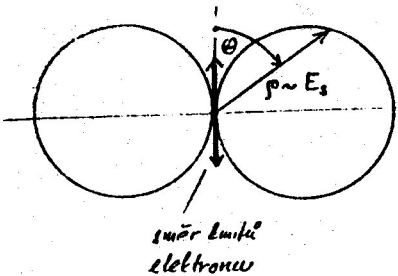
Amplituda rozptýleného světla:
Intenzita

$$E_s = E_0 \sin \Theta$$

$$I_s \sim E_0^2 \sin^2 \Theta$$

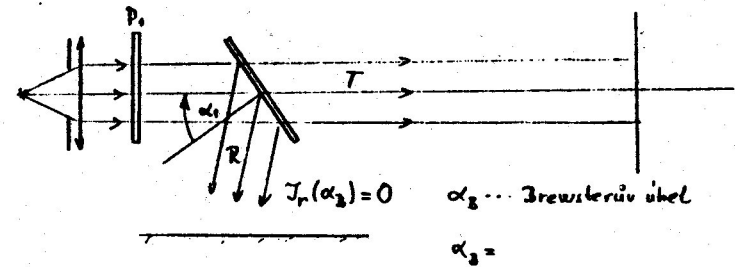
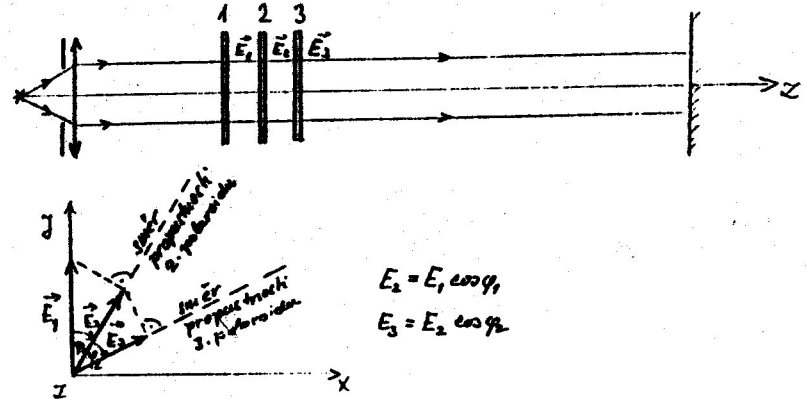


Vyzařovací diagram:



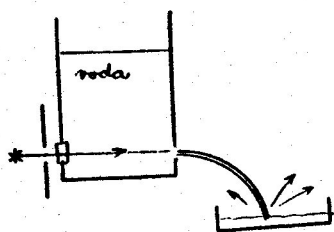
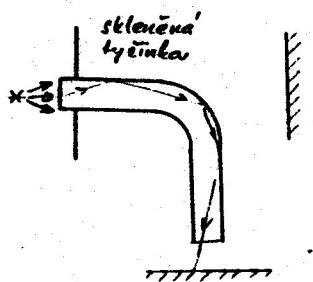
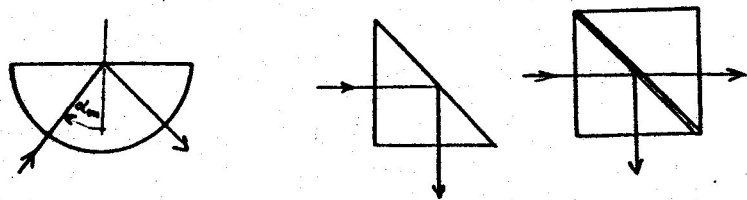
B2. **Demonstrujte a objasněte polarizaci světla odrazem:**

- vytvořte rovnoběžný svazek světla o průměru asi 3 cm;
- do cesty primárního svazku postupně vkládejte jeden, dva a tři polaroidy a objasněte změny intenzity světla na stínítku.
- do primárního svazku vložte vhodně orientovaný polaroid a skleněnou desku (kovové zrcadlo?) nastavte tak, aby intenzita odraženého svazku byla nulová;
- polarizujte primární svazek odrazem (polarizace svazku prošlého?)



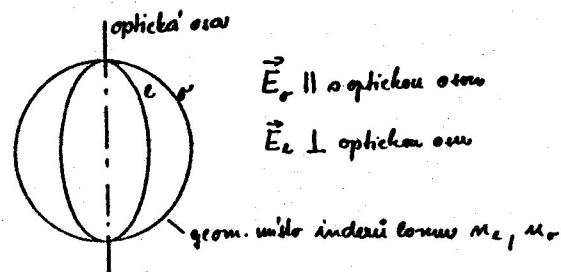
B3. Demonstrujte a objasněte totální odraz světla.

- ukažte totální odraz světla na optickém panelu (půlkruh, hranol, aj.);
- demonstřujte funkci světlovodů (ohnuté skleněné tyčinky, vodní paprsek, skleněná vlákna);
- do rovnoběžného svazku paprsků vložte hranol a ukažte totální odraz, pak dva hranoly přitiskněte k sobě nasucho a s kapkou vody. Pozorujte rozdíly v intenzitě odraženého světla.

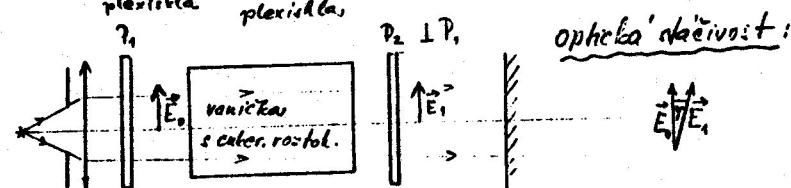
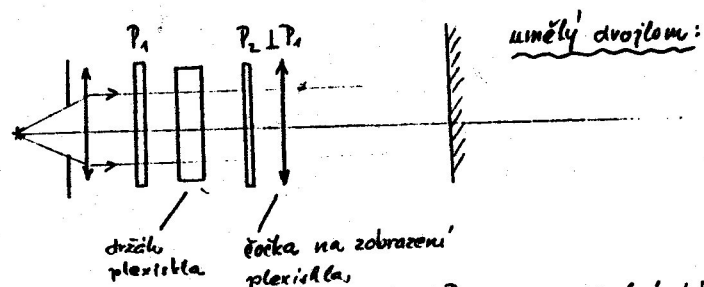
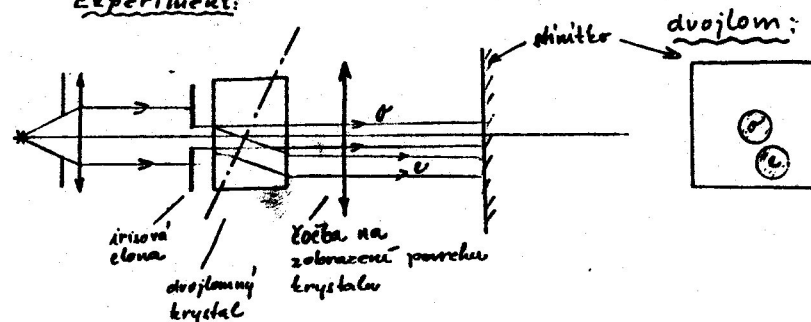


B4. Demonstřujte a objasněte dvojlom světla na krystalech.

- vytvoříme rovnoběžný svazek světla, těsně před dopadem na dvojlomný krystal jej omezíme irisovou clonou asi na 5 mm a čočkou tento otvor zobrazíme na stínítku.
- polaroidem pak prokážete polarizaci paprsku řádného a mimořádného;
- tlakem na vzorek z plexiskla vyvoláte umělý dvojlom, vznik dvojlomu pozorujete vložení vzorku mezi zkřížené polaroidy, vzorek přitom zobrazíme na stínítku čočkou. Místo plexiskla použijte deformovaný pásek polyetylenové folie.
- Mezi zkřížené polaroidy vložíme vaničku naplněnou cukerným roztokem a pozorujeme natočení polarizační roviny.



Experiment:



B5. Demonstrujte a objasněte závislost intenzity odraženého světla na úhlu dopadu.

- k demonstraci využijte optického panelu;
- ukažte vícenásobný odraz na planoparalelní vrstvě;
- rušivé odrazy na čočkách apod.

$$r_{\parallel} = \frac{\operatorname{tg}(\alpha_i - \alpha_e)}{\operatorname{tg}(\alpha_i + \alpha_e)}$$

$$r_{\perp} = \frac{\sin(\alpha_i - \alpha_e)}{\sin(\alpha_i + \alpha_e)}$$

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

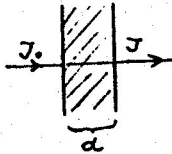
$$R_{\perp} = |r_{\perp}|^2 \quad R_{\parallel} = |r_{\parallel}|^2$$

$$R_{\perp} + T_{\perp} = 1 \quad R_{\parallel} + T_{\parallel} = 1$$

Dielektrika: n ... reálné číslo

kovy: $\hat{n} = n(1 + i\kappa)$ index absorpce

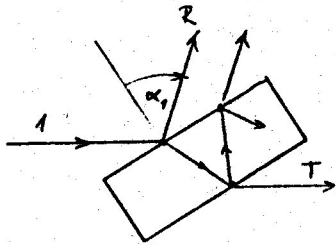
Absorpce světla:



$$J = J_0 e^{-\mu d}$$

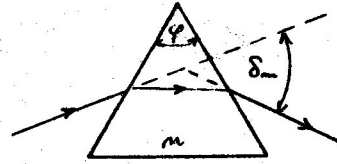
$$\mu = \frac{4\pi}{\lambda} n\kappa$$

lineární koef. absorpce

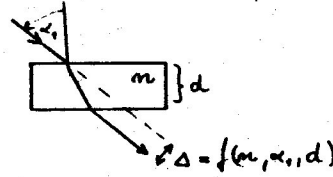


B6. Demonstrujte a objasněte různé metody měření indexu lomu:

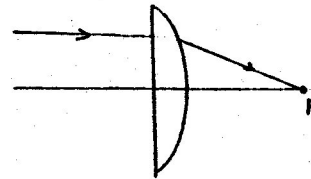
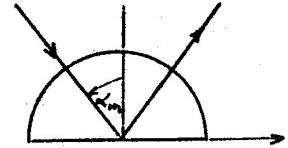
- využijte optického panelu;
- minimální deviace, totální odraz, lom;
- měřením odrazivosti.



$$n = \frac{\sin(\frac{\varphi + \delta_m}{2})}{\sin \frac{\varphi}{2}}$$



$$\Delta = f(n, \alpha, d)$$



$$\frac{1}{f} =$$