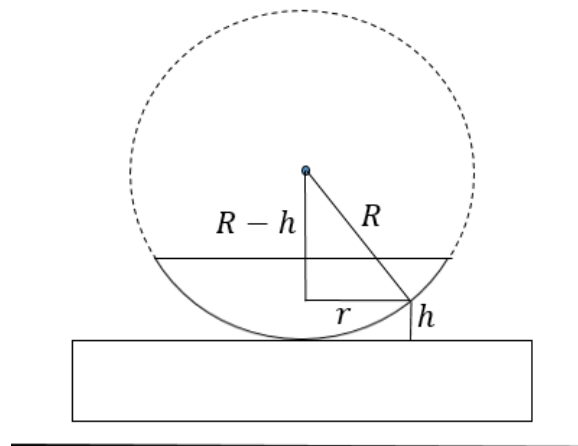


## O6.MERANIE POLOMERU KRIVOSTI PLOSKOVYPUKLEJ ŠOŠOVKY POMOCOU NEWTONOVÝCH KRÚŽKOV

Interferenciou svetelných vln na tenkých priehľadných vrstvách látok vznikajú interferenčné obrazy pozorovateľné tak v odrazenom ako aj v prechádzajúcom svetle. Z interferenčného obrazu pri vhodne zvolených podmienkach môžeme určiť vlnovú dĺžku použitého zdroja svetla, hrúbku vrstvy v danom mieste, alebo index lomu látky.

Ak položíme ploskovypuklú šošovku veľkého polomeru vypuklou plochou na sklenenú planoparalelnú doštičku, vznikne medzi oboma sklami (Newtonove sklá) tenká vzduchová vrstva. Ak takúto vrstvu zhora osvetlíme monochromatickými lúčmi svetla, časť z nich vrstvou prejde, časť sa odrazí späť na zakrivenom a ďalšia časť na rovinnom povrchu vrstvy. Odrazené lúče spolu interferujú a na vrstve môžeme pozorovať sústavu koncentrických tmavých a svetlých krúžkov so stredmi v mieste styku oboch skiel. Interferenčný jav na Newtonových sklách môžeme pozorovať tak v odrazenom ako aj v prechádzajúcom svetle. Interferenčné obrazy sú doplnkové, t. j. tmavému krúžku v odrazenom svetle prislúcha svetlý vo svetle prechádzajúcom. Ak sklá osvetlíme bielym svetlom, krúžky sú farebné. Interferenčné krúžky v odrazenom a prechádzajúcom svetle tvoria komplementárne farebné dvojice.



Obr.1

Vzhľadom na to, že interferenčný obraz v prechádzajúcom svetle je menej výrazný než v odrazenom a tmavé krúžky sú užšie než svetlé (môžeme presnejšie určiť ich priemer) budeme pri našom meraní využívať tmavé krúžky v odrazenom svetle.

Ak vrstvu osvetlíme monochromatickým svetlom, ktorého vlnová dĺžka vo vákuu je  $\lambda$ , potom vrstva odráža svetlo najintenzívnejšie na takých hrúbkach  $h$ , kde interferujúce lúče

spĺňajú podmienku (pri započítaní zmeny fázy svetelnej vlny na opačnú odrazom na rovinnom rozhraní vzduch-sklo)

$$2nh\cos\beta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}, \quad k = 0,1,2, \dots \quad (1)$$

a najslabšie pri splnení podmienky

$$2nh\cos\beta = 2k\frac{\lambda}{2}, \quad k = 0,1,2, \dots \quad (2)$$

kde  $\beta$  je uhol lomu lúča vstupujúceho do vrstvy, ktorý sa po odraze na rovinatej ploche rozhrania dostal do miesta pozorovania a  $n$  je absolútny index lomu vrstvy určený pomerom fázových rýchlostí monochromatickej svetelnej vlny vo vákuu a v danom prostredí.

Polomery  $r_k$  interferenčných krúžkov súvisia s hrúbkou vrstvy  $h_k$  a polomerom krivosti  $R$  podľa vzťahu

$$r_k^2 = 2Rh_k \quad (3)$$

ktorý odvodíme z obr. 1 za predpokladu  $h \ll R$ .

Ak svetlo dopadá na Newtonové sklá kolmo, potom uhol lomu  $\beta = 0$ . Pre tenkú vzduchovú vrstvu je  $n = 1$ . Potom na základe vzťahov (2) a (3) pre polomer  $k$ -tého tmavého krúžku vychádza

$$r_k^2 = R\lambda k, \quad k = 0,1,2, \dots \quad (5)$$

Pretože stred krúžkov je ťažko presne určiť, je výhodnejšie merať priemery krúžkov  $D_k = 2r_k$ , pre ktoré platí

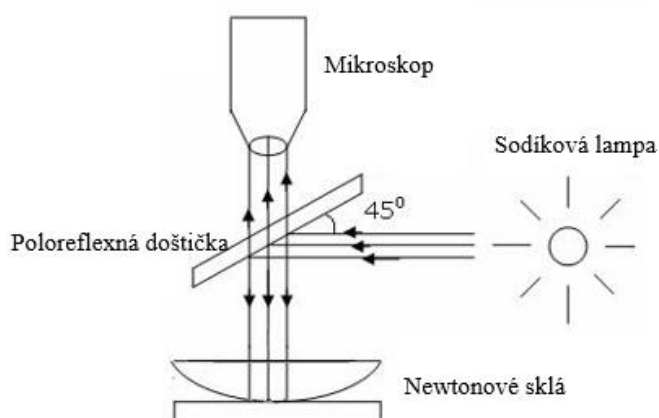
$$D_k^2 = 4R\lambda k. \quad (5)$$

V dôsledku pružnej deformácie skiel a prípadných nečistôt v miestach ich dotyku vzniká dodatočný dráhový rozdiel, ktorého vplyv vylúčime použitím vzťahu (5) pre  $k$ -tý a  $m$ -tý krúžok

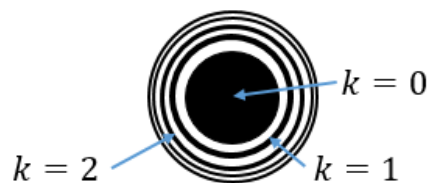
$$D_k^2 - D_m^2 = 4R\lambda(k - m). \quad (6)$$

Pre praktické výpočty upravíme vzťah (6)

$$(D_k + D_m)(D_k - D_m) = 4R\lambda(k - m). \quad (7)$$



Obr.2



Obr.3

### **Úlohy merania:**

1. Určiť polomer krivosti ploskovypuklej šošovky použitím žltého svetla sodíkovej výbojky ( $\lambda = 589,3 \text{ nm}$ ) a to:

a, výpočtom podľa vzťahu (7),

b, zo smernice grafu závislosti danej vzťahom (5).

### **Postup pri meraní, spracovaní a vyhodnocovaní:**

Meranie prevedieme podľa usporiadania schematicky znázornenom na obr. 2. Dobre vyčistené Newtonove sklá uložíme na horizontálny pohyblivý stolík mikroskopu. Zdroj svetla umiestnime pred meracie zariadenie tak, aby jeho lúče po odraze poloreflexnej doštičky zvierajúcej  $45^\circ$  uhol s optickou osou mikroskopu dopadali kolmo na Newtonové sklá (obr.2). Mikroskop zaostríme na stred interferenčných krúžkov a presvedčíme sa, či v dotykovom bode skiel je skutočne tmavé pole ( $k = 0$ ). Ak tomu tak nie je, znamená to, že medzi sklami je nečistota, ktorú musíme odstrániť. Pri meraní priemerov krúžkov postupujeme tak, že posúvame interferenčný obraz zľava doprava, napr. začneme od  $k$ -tého krúžku vľavo a skončíme  $k$ -tým krúžkom vpravo. Každú polohu vláknového kríža nad dobre pozorovateľným tmavým interferenčným krúžkom zapíšeme do tabuľky.

Pre posúdenie správnosti priebehu merania zostrojíme graf závislosti  $D_k^2 = f(k)$  danej vzťahom (5) zo všetkých nameraných hodnôt priemerov interferenčných krúžkov.

Na os y-ovú vynášame hodnoty  $D_k^2$  a na os x-ovú hodnoty  $k$ . Pri ideálnom priebehu merania (na ideálnej guľovej ploche, bez chýb nastavenia a odčítania polôh krúžkov) by všetky body grafu  $[x, y]$  t.j  $[k, D_k^2]$  ležali na priamke

$$y = a \cdot x + b, \quad (8)$$

prechádzajúcej počiatkom ( $b = 0$ ), so smernicou  $a = 4R\lambda$ . Ak pri meraní vznikne systematická chyba z nesprávneho určenia rádu interferenčného krúžku (číslo  $k$ ), potom priamka daná vzťahom (8) neprechádza počiatkom a konštanta  $b \neq 0$ .

Ak na základe experimentálnych údajov určíme konštanty  $a, b$  vo vzťahu 8, potom môžeme vypočítať polomer krivosti  $R$  šošovky z číselnej hodnoty smernice priamky

$$R = \frac{a}{4\lambda}. \quad (9)$$

| Číslo krúžku | Poloha vľavo<br>[mm] | Poloha vpravo<br>[mm] | Priemer krúžku |
|--------------|----------------------|-----------------------|----------------|
| m            |                      |                       | D [mm]         |
| 10.          |                      |                       |                |
| 9.           |                      |                       |                |
| 8.           |                      |                       |                |
| 7.           |                      |                       |                |
| 6.           |                      |                       |                |
| <b>k</b>     |                      |                       |                |
| 5.           |                      |                       |                |
| 4.           |                      |                       |                |
| 3.           |                      |                       |                |
| 2.           |                      |                       |                |
| 1.           |                      |                       |                |