

# FYZIKÁLNÉ PRAKTIKUM

## FYZIKÁLNÉ PRAKTIKUM II

**Vypracoval:** Patrik Žilka

**Namerané:** 28. 11. 2011

**Obor:** AF

**Ročník:** II

**Semester:** III

**Testované:**

---

Úloha č. 8: Meranie parametrov zobrazovacích sústav

$T = 21,8 \text{ }^\circ\text{C}$

$p = 99,2 \text{ kPa}$

$\phi = 30 \text{ } \%$

### Teória:

V tejto úlohe sa nemerala ohnisková vzdialenosť tenkých šošoviek a index lomu skla. K meraniu ohniskovej vzdialenosti spojok sa využíva viacero metód.

Jednou z nich je metóda **priama**, pri ktorej sa medzi zdroj a tienidlo vloží spojka a pri zaostrenom obraze na tienidle sa odmeria vzdialenosť medzi zdrojom a spojkou (predmetová vzdialenosť  $a$ ) a vzdialenosť medzi spojkou a tienidlom (obrazová vzdialenosť  $a'$ ). Výsledná ohnisková vzdialenosť  $f$  získaná touto priamou metódou sa vypočíta nasledovne:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a'} - \frac{1}{a}$$

Ďalšou metódou je metóda **Besselova**. Pri nej sa medzi zdroj a tienidlo hľadajú také dve polohy spojky, pri ktorých bude obraz na tienidle zaostrený. Potom odmeraním vzdialenosti týchto dvoch polôh  $d$  a odmeraním vzdialenosti medzi zdrojom a tienidlom  $D$  môžeme vypočítať príslušnú ohniskovú vzdialenosť:

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D}$$

Ohnisková vzdialenosť sa dá určiť aj z priečného **zväčšenia**. Pri tejto metóde sa pri danej veľkosti predmetu  $y$  zmeria aj veľkosť zaostreného obrazu  $y'$ . Z týchto veľkostí môžeme určiť priečne zväčšenie  $\beta$  a z poznania predmetovej  $a$  alebo obrazovej  $a'$  vzdialenosti určíme aj hľadanú ohniskovú vzdialenosť:

$$\beta = \frac{y'}{y} \quad f = \frac{a'}{1 - \beta} = \frac{a\beta}{1 - \beta}$$

Ďalšou úlohou bolo zistenie ohniskovej vzdialenosti rozptylky priamou metódou. Pri nej sa najprv medzi zdroj a tienidlo vložila spojka tak, aby zaostřila obraz na tienidle. Po zaostrení sa odmerala vzdialenosť medzi zdrojom a tienidlom  $D_1$ . Potom sa medzi spojku a tienidlo vložila rozptylka tak, aby bol obraz na tienidle znovu zaostření. Odmerala sa vzdialenosť medzi zdrojom a rozptylkou  $R$  a znova vzdialenosť medzi zdrojom a tienidlom  $D_2$ . Ohnisková vzdialenosť sa potom vypočíta z nasledovnej rovnice:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{D_2 - R} - \frac{1}{D_1 - R}$$

Poslednou úlohou bolo zistenie polomerov krivosti lámavých plôch oboch šošoviek a z nich zistiť index lomu skla. Tieto polomery krivosti stanovíme sférometrom, ktorý je zložený z kruhovej základne s polomerom  $Z$  a z dotykového čidla uprostred, ktoré meria výšku alebo hĺbku vzhľadom na základnu. Pred meraním ho treba najprv nastaviť na rovinnom skle tak, aby v rovine základne ukazoval presne nulu. Na šošovkách potom bude ukazovať hĺbku  $h$ , z ktorej určíme polomer krivosti a následne index lomu skla  $n$ :

$$r = \frac{Z^2 + h^2}{2h} \quad n = 1 + \frac{1}{f} \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)^{-1}$$

### **Meranie:**

Vopred zistené veličiny:

poloha zdroja  $Z = 4,01$  cm

veľkosť predmetu  $y = 5,00$  cm

Merané veličiny:

poloha spojky v obidvoch polohách pri zaostrenom obraze  $A_1, A_2$

veľkosť obrazu v obidvoch polohách spojky a poloha tienidla  $y'_1, y'_2, T$

Vypočítané veličiny pre Besselovu metódu:

vzdialenosť medzi oboma polohami spojky  $d = A_2 - A_1$

vzdialenosť medzi zdrojom a tienidlom  $D = T - Z$

Tabuľka nameraných hodnôt a vypočítaná ohnisková vzdialenosť z Besselovej metódy:

n	$A_1$ [ cm ]	$A_2$ [ cm ]	$y'_1$ [ cm ]	$y'_2$ [ cm ]	T [ cm ]	d [ cm ]	D [ cm ]	$f_B$ [ cm ]
1	27,09	55,58	11,03	2,37	80,50	28,49	76,49	16,470
2	30,2	45,13	7,78	3,21	72,97	14,93	68,96	16,432
3	25,51	67,34	14,50	1,71	90,60	41,83	86,59	16,596
4	28,21	51,70	9,74	2,57	77,57	23,49	73,56	16,515
5	29,48	47,56	8,47	2,96	74,67	18,08	70,66	16,508
6	28,2	52,09	9,75	2,51	77,90	23,89	73,89	16,541
7	26,58	59,88	12,23	2,03	84,00	33,30	79,99	16,532

Z Besselovej metódy:  $f_B = ( 16,513 \pm 0,022 )$  cm

$\delta r = 0,13$  %

Tabuľka nameraných a vypočítaných hodnôt pre priamu metódu a metódu zväčšením:

n	A [ cm ]	T [ cm ]	y' [ cm ]	a [ cm ]	a' [ cm ]	$\beta$ [ cm ]	$f_p$ [ cm ]	$f_z$ [ cm ]
1	27,09	80,50	11,03	-23,08	53,41	-2,21	16,116	16,659
2	30,20	72,97	7,78	-26,19	42,77	-1,56	16,243	16,733
3	25,51	90,60	14,5	-21,50	65,09	-2,90	16,162	16,690
4	28,21	77,57	9,74	-24,20	49,36	-1,95	16,239	16,744
5	29,48	74,67	8,47	-25,47	45,19	-1,69	16,289	16,774
6	28,20	77,90	9,75	-24,19	49,70	-1,95	16,271	16,847
7	26,58	84,00	12,23	-22,57	57,42	-2,45	16,202	16,663
8	55,58	80,50	2,37	-51,57	24,92	-0,47	16,801	16,906
9	45,13	72,97	3,21	-41,12	27,84	-0,64	16,601	16,955
10	67,34	90,60	1,71	-63,33	23,26	-0,34	17,012	17,332
11	51,70	77,57	2,57	-47,69	25,87	-0,51	16,772	17,087
12	47,56	74,67	2,96	-43,55	27,11	-0,59	16,709	17,029
13	52,09	77,90	2,51	-48,08	25,81	-0,50	16,794	17,184
14	59,88	84,00	2,03	-55,87	24,12	-0,41	16,847	17,155

Vypočítaná ohnisková vzdialenosť:

priamou metódou  $f_p = ( 16,504 \pm 0,087 )$  cm  $\delta r = 0,52 \%$   
 metódou zväčšenia  $f_z = ( 16,911 \pm 0,060 )$  cm  $\delta r = 0,35 \%$

Tabuľka nameraných hodnôt pre rozptylku:

n	$D_1$ [ cm ]	$D_2$ [ cm ]	R [ cm ]	$f_R$ [ cm ]
1	84,47	94,00	72,78	-26,0
2	71,10	75,35	61,41	-31,8
3	80,48	88,70	67,45	-33,7
4	86,61	94,90	74,12	-31,3
5	86,10	91,37	76,39	-27,6
6	77,64	85,20	65,59	-31,3
7	72,30	78,14	61,77	-29,5
8	80,92	84,00	73,60	-24,7
9	78,73	81,49	71,10	-28,7
10	70,75	73,76	63,37	-25,5

Ohnisková vzdialenosť rozptylky  $f_R = ( -29,0 \pm 1,0 )$  cm  $\delta r = 3,4 \%$

Tabuľka nameraných priemerov základne sférometra zvonka (1) a zvnútra (2):

n	$2z_1$ [ mm ]	$2z_2$ [ mm ]
1	37,20	34,71
2	37,20	34,96
3	37,25	34,95
4	37,19	34,80
5	37,20	34,92

Polomer základne zvonka:

$z_1 = ( 18,6040 \pm 0,0061 )$  mm  $\delta r = 0,032 \%$

Polomer základne zvnútra:

$z_2 = ( 17,434 \pm 0,028 )$  mm  $\delta r = 0,16 \%$

Namerané hodnoty hĺbky  $h$  sférometrom:

Hohnoty spojky pre obe strany:	$h_{S1} = (-0,004 \pm 0,001) \text{ mm}$	$\delta r = 25 \%$
	$h_{S2} = (-1,838 \pm 0,001) \text{ mm}$	$\delta r = 0,05 \%$
Hohnoty rozptylky pre obe strany:	$h_{R1} = (0,503 \pm 0,001) \text{ mm}$	$\delta r = 0,20 \%$
	$h_{R2} = (0,502 \pm 0,001) \text{ mm}$	$\delta r = 0,20 \%$

Vypočítané polomery krivosti lámavých plôch:

Polomery krivosti spojky:	$r_{S1} = (-38,0 \pm 9,5) \text{ m}$	$\delta r = 25 \%$
	$r_{S2} = (-8,360 \pm 0,027) \text{ cm}$	$\delta r = 0,32 \%$
Polomery krivosti spojky:	$r_{R1} = (34,430 \pm 0,072) \text{ cm}$	$\delta r = 0,21 \%$
	$r_{R2} = (34,498 \pm 0,072) \text{ cm}$	$\delta r = 0,21 \%$

Vypočítané indexy lomu skla u šošoviek:

U spojky:	$n_S = (1,5052 \pm 0,0018)$	$\delta r = 0,12 \%$
U rozptylky:	$n_R = (1,594 \pm 0,020)$	$\delta r = 1,3 \%$

### **Záver:**

V tejto úlohe som určil ohniskovú vzdialenosť spojky a rozptylky. Ukázalo sa, že najvhodnejšou metódou na určovanie ohniskovej vzdialenosti je metóda Besselova, u ktorej bola relatívna chyba len 0,13 %.

Úlohou bolo odmerať aj index lomu skla. Tento index lomu je presnejší z merania spojky, keďže som u spojky získal presnejšiu ohniskovú vzdialenosť. Indexy lomu namerané u spojky a u rozptylky sú avšak približne rovnaké.