

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktiku 2

Zpracoval: Radek Žemlička

Naměřeno: 10. prosince 2009

Obor: F

Testováno:

Úloha č. 8: Měření parametrů zobrazovacích soustav

$$T = 21,5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$p = 855\text{ hPa}$$

$$\varphi = 65\text{ \%}$$

1 Měření parametrů zobrazovacích soustav

1.1 Teorie a způsob měření

Měření ohniskové vzdálenosti přímou metodou spočívá v tom, že při výpočtu použijeme vztah

$$f = \frac{aa'}{a - a'} \quad (1)$$

kde a je vzdálenost objektu od osy čočky, a' vzdálenost obrazu objektu od osy čočky a f je vzdálenost ohniska od osy čočky. Měření tedy probíhá tak, že se změří pouze poloha objektu a poloha jeho ostrého obrazu.

Besselova metoda spočívá v tom, že pro každou polohu stínítka najdeme dvě polohy spojky tak, aby byl obraz na stínítku co nejostřejší. Pro vzdálenost zdroje a stínítka d a vzdálenost poloh spojky Δ platí vztah:

$$f = \frac{d^2 - \Delta^2}{4d} \quad (2)$$

Ze zvětšení určíme ohniskovou vzdálenost následovně. Nechť poměr velikosti obrazu ku velikosti předmětu je β . Pro ohniskovou vzdálenost platí následující vztah:

$$f = \frac{a'}{1 - \beta} = \frac{\alpha\beta}{1 - \beta} \quad (3)$$

1.2 Měření

Tabulka 1 ukazuje výsledky několika měření pro přímou metodou a pro určení ohniskové vzdálenosti ze zvětšení. Hodnoty S , resp. O' označují polohy osy spojky, resp. obrazu na ose, která byla při měření použita. x' značí velikost obrazu objektu v jednom rozměru. Pro vypočítání některých hodnot v tabulce byly použita hodnota polohy objektu $O = 40\text{ mm}$, a velikost objektu v jednom rozměru $x = 45\text{ mm}$.

$S[mm]$	$O'[mm]$	$x'[mm]$	$a[mm]$	$a'[mm]$	$f_p[mm]$	$f_z[mm]$
260	870	108	220	610	161,7	179,4
275	784	82	235	509	160,8	151,7
286	760	73	246	474	162,0	152,2
300	734	63	260	434	162,6	151,7
350	696	42	310	346	163,5	149,7
400	703	32	360	303	164,5	149,6
250	907	120	210	657	159,1	152,7
310	721	57	270	411	163,0	150,9
325	703	50	285	378	162,5	150,0
360	398	40	320	38	34,0	150,6

Tabulka 1: Měření ohniskové vzdálenosti spojky. f_p značí ohniskovou vzdálenost naměřenou přímou metodou, f_z ohniskovou vzdálenost měřenou ze zvětšení.

Při posledním měření přímou metodou došlo zřejmě k hrubé chybě, proto nebyl tento údaj započítán. Údaj o ohniskové vzdálenosti určené ze zvětšení v prvním měření výrazně liší od zbylých, proto do výsledků nebyl započítán ani on.

Ohnisková vzdálenost určená přímou metodou:

$$f = (163 \pm 2)mm$$

Ohnisková vzdálenost určená ze zvětšení:

$$f = (151 \pm 1)mm$$

Tabulka 2 shrnuje výsledky z měření Besselovou metodou. S_1 značí polohu spojky, S_2 druhou, O' značí polohu stínítka. d a Δ viz teorii. Z tohoto měření plyne:

$$f = (165,0 \pm 0,3)mm$$

$S_1[mm]$	$S_2[mm]$	$O'[mm]$	$\Delta[mm]$	$d[mm]$	$f[mm]$
246	736	960	490	920	164,76
249	699	930	450	890	165,62
246	734	960	488	920	165,29
256	670	900	414	860	165,18
258	634	870	376	830	164,92
263	597	840	334	800	165,14
270	559	810	289	770	165,38
278	525	780	247	740	164,39
289	480	750	191	710	164,65
310	430	720	120	680	164,71

Tabulka 2: Měření ohniskové vzdálenosti spojky Besselovou metodou

2 Měření ohniskové vzdálenosti rozptylky přímou metodou

2.1 Teorie a způsob měření

Jelikož samotná rozptylka nevytváří skutečný obraz, je třeba při měření použít spojku tak, aby čočky vytvořily soustavu s kladnou optickou mohutností. Nejprve se sestaví soustava: objekt, spojka, stínítko tak, že se na stínítku v bodě A vytvoří ostrý obraz. Mezi objekt a spojku umístíme rozptylku do bodu R . Tím se nám obraz na stínítku rozostří. Nalezneme novou polohu A' stínítka, takovou, že se na ni opět vytvoří ostrý obraz. Pro rozptylku pak platí:

$$a = A - R \quad (4)$$

$$a' = A' - R \quad (5)$$

Pro vypočítání ohniskové vzdálenosti pak stačí opět jen dosadit do vztahu 1.

2.2 Měření

Výsledky shrnuje následující tabulka 3.

$E[mm]$	$A[mm]$	$A'[mm]$	$f[mm]$
730	836	600	-289
700	855	550	-295
707	896	550	-287
707	780	602	-256
730	888	580	-292
698	857	550	-286
698	748	600	-290
698	790	575	-287
700	750	600	-300

Tabulka 3: Měření ohniskové vzdálenosti rozptylky přímou metodou

Z naměřených výsledků vyplývá:

$$f = (-287 \pm 7)mm$$

3 Měření poloměru křivosti lámavých ploch obou čoček, určení indexu lomu skla

3.1 Teorie a způsob měření

Pro index lomu platí:

$$n = \frac{1}{f \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)} + 1 \quad (6)$$

kde r_1 a r_2 jsou poloměry křivosti jednotlivých ploch (rozptylky a spojky). Tyto poloměry byly měřeny sférometrem a byly získány měřením vrchlíku a poloměru dotekové kružnice sférometru z jako (měřeno posuvným měřítkem):

$$r = \frac{h^2 + z^2}{2h} \quad (7)$$

3.2 Rozptylka

Měření shrnuje tabulka 4. Z naměřených hodnot bylo vypočítáno:

$$h_1 = (0,500 \pm 0,002)mm$$

$$h_2 = (0,502 \pm 0,001)mm$$

$$2z = (37,16 \pm 0,03)mm$$

Z těchto hodnot bylo pomocí vztahů 7 a 6 a zákona přenosu chyb vypočítáno:

$$r_1 = (345 \pm 2)mm$$

$$r_2 = (344 \pm 2)mm$$

$$n_R = (1,63 \pm 0,09)$$

$h_1[mm]$	$h_2[mm]$	$2z[mm]$
0,501	0,503	37,15
0,503	0,502	37,2
0,501	0,502	37,1
0,496	0,500	37,15
0,501	0,505	37,2

Tabulka 4: Měření poloměru křivosti lámavých ploch rozptylky

3.3 Spojka

Měření shrnuje tabulka 5. Z naměřených hodnot bylo vypočítáno:

$$h_1 = (0,0054 \pm 0,0005)mm$$

$$h_2 = (1,832 \pm 0,003)mm$$

$$2z = (34,80 \pm 0,02)mm$$

Z těchto hodnot bylo pomocí vztahů 7 a 6 a zákona přenosu chyb vypočítáno:

$$r_1 = (28000 \pm 3000)mm$$

$$r_2 = (83,5 \pm 0,2)mm$$

$$n_R = (1,501 \pm 0,005)$$

$h_1[mm]$	$h_2[mm]$	$2z[mm]$
0,005	1,834	34,8
0,005	1,825	34,85
0,006	1,834	34,75
0,005	1,833	34,8
0,006	1,836	34,8

Tabulka 5: Měření poloměru křivosti lámavých ploch spojky

4 Závěr

Všechny odchylky jsou ošetřeny o stud. koef. s pravd. 68,3%. Měření ohniskové vzdálenosti spojky se ukázalo nejpřesnější při použití Besselovy metody. Téměř o řád menší přesnosti jsme docílili přímou metodou a ze zvětšení a měřením ohniskové vzdálenosti spojky přímou metodou. Podle tabulkových hodnot má sklo index lomu od 1,5 – 1,9. Vzhledem k tomu, že nevím, z jakého skla byly měřené čočky vyrobeny, mohu jen konstatovat, že výsledky náleží do tohoto intervalu.