

EXPERIMENTO CASERO DE ÓPTICA III

SOLUCIÓN

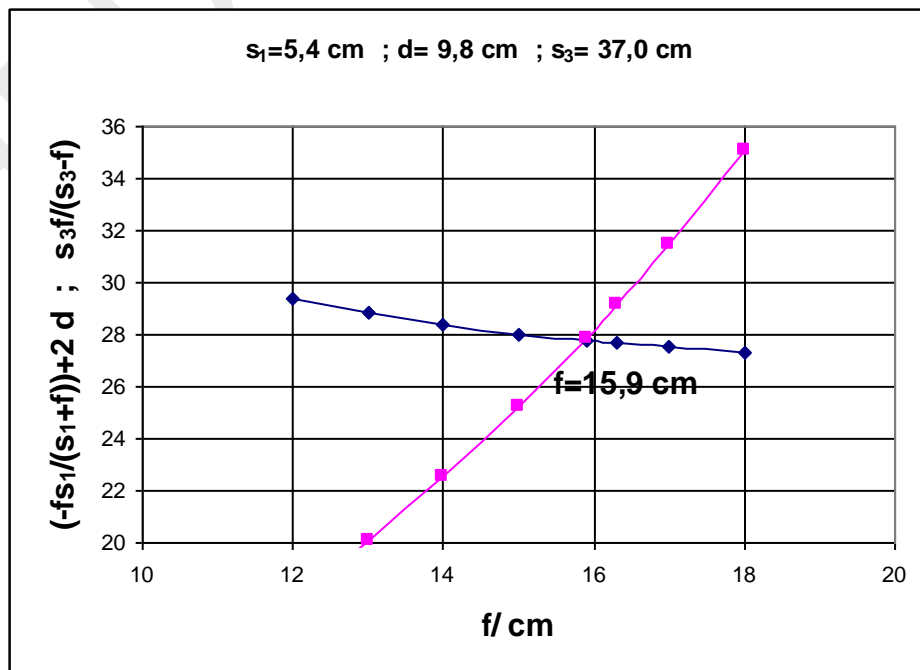
Tabla I

s_1/cm	5,4	5,4	5,4	5,4	6,4	7,7	7,7	7,7	8,5	8,5	9,2	10,9
d/cm	9,8	10,1	13,5	19,7	9,8	7,5	8,9	10,5	8,3	15,4	6,9	14,8
s_3/cm	37,0	37,1	30,2	24,6	33,7	33,9	31,5	28,6	30,6	23,4	29,4	21,9

1

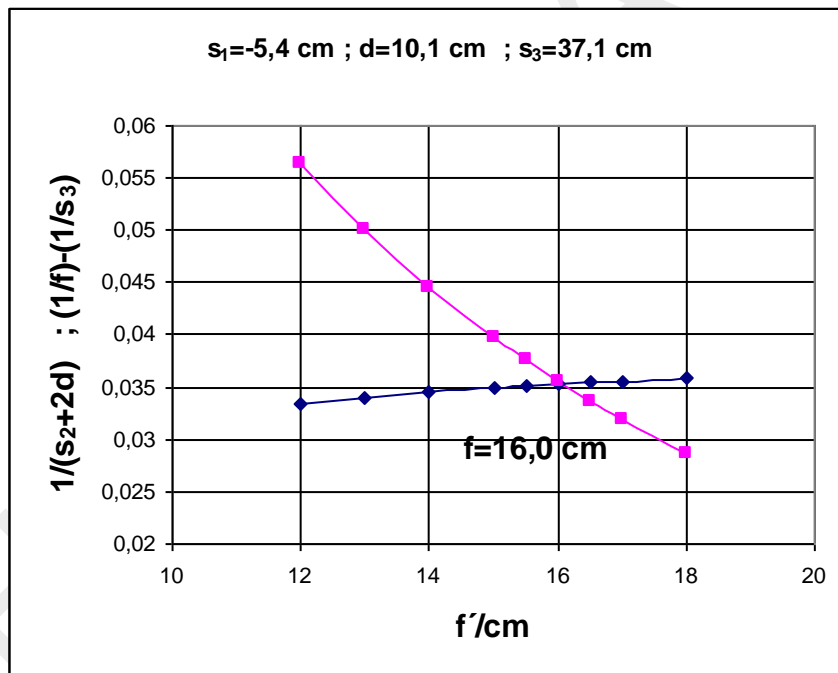
experimento casero de óptica III

f/cm	$s_1=-5,4$ cm s_1*f	$d=9,8$ cm s_1+f	$s_3=37,0$ cm $s_2=B/C$	s_2+2d	$1/E$	$1/f-1/s_3$	
12	-64,8		6,6	-9,81818182	29,4181818	0,03399258	0,05630631
13	-70,2		7,6	-9,23684211	28,8368421	0,03467786	0,04989605
14	-75,6		8,6	-8,79069767	28,3906977	0,0352228	0,04440154
15	-81		9,6	-8,4375	28,0375	0,03566652	0,03963964
15,9	-85,86		10,5	-8,17714286	27,7771429	0,03600082	0,03586605
16,4	-88,56		11	-8,05090909	27,6509091	0,03616518	0,03394858
17	-91,8		11,6	-7,9137931	27,5137931	0,03634541	0,0317965
18	-97,2		12,6	-7,71428571	27,3142857	0,03661088	0,02852853



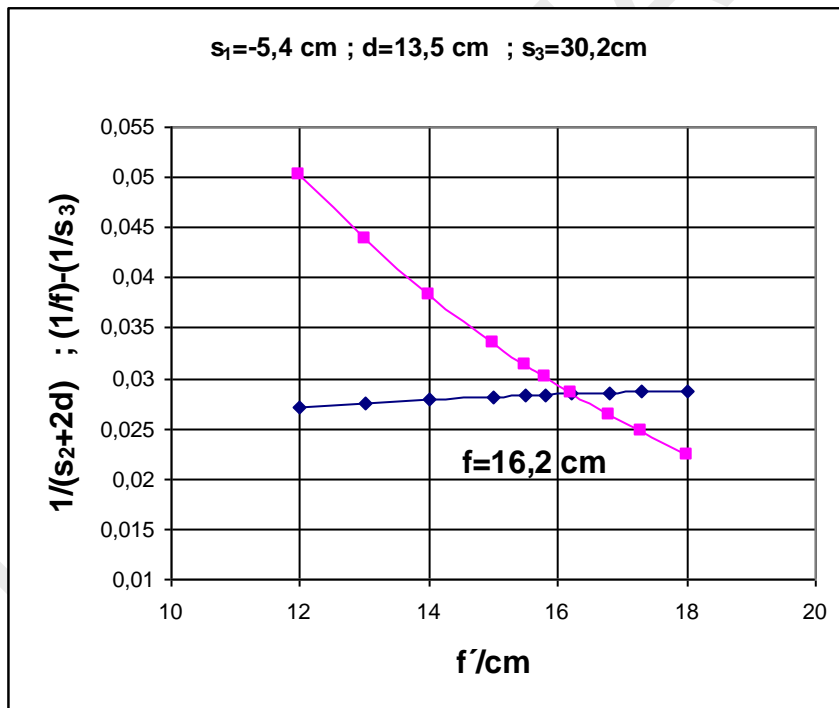
2

f/cm	s ₁ =-5,4 cm s ₁ *f	d=10,1 cm s ₁ +f	s ₃ =37,1 cm s ₂ =B/C	s ₂ +2d	1/E	1/f-1/s ₃
12	-64,8	6,6	-9,81818182	30,0181818	0,03331314	0,05637916
13	-70,2	7,6	-9,23684211	29,4368421	0,03397104	0,0499689
14	-75,6	8,6	-8,79069767	28,9906977	0,03449382	0,04447439
15	-81	9,6	-8,4375	28,6375	0,03491925	0,03971249
15,5	-83,7	10,1	-8,28712871	28,4871287	0,03510357	0,03756195
16	-86,4	10,6	-8,1509434	28,3509434	0,03527219	0,03554582
16,5	-89,1	11,1	-8,02702703	28,227027	0,03542704	0,03365188
17	-91,8	11,6	-7,9137931	28,1137931	0,03556973	0,03186935
18	-97,2	12,6	-7,71428571	27,9142857	0,03582395	0,02860138



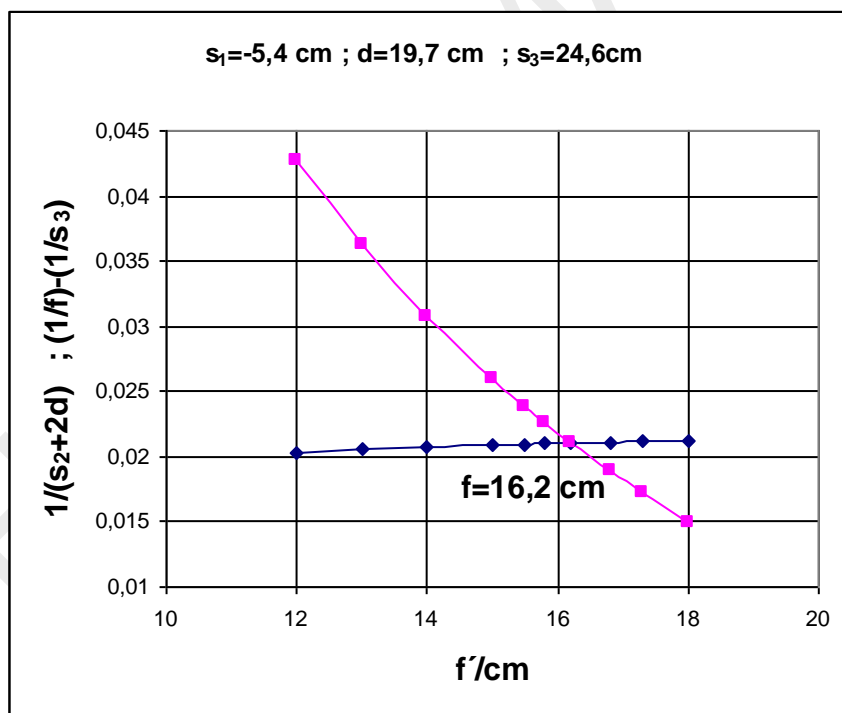
3

f/cm	s1=-5,4 cm s1*f	d=13,5 cm s1+f	s3=30,2 cm s2=B/C	s2+2d	1/E	1/f-1/s3
12	-64,8	6,6	-9,81818182	36,8181818	0,02716049	0,05022075
13	-70,2	7,6	-9,23684211	36,2368421	0,02759622	0,04381049
14	-75,6	8,6	-8,79069767	35,7906977	0,02794022	0,03831599
15	-81	9,6	-8,4375	35,4375	0,02821869	0,03355408
15,5	-83,7	10,1	-8,28712871	35,2871287	0,02833895	0,03140355
15,8	-85,32	10,4	-8,20384615	35,2038462	0,02840599	0,03017856
16,2	-87,48	10,8	-8,1	35,1	0,02849003	0,02861581
16,8	-90,72	11,4	-7,95789474	34,9578947	0,02860584	0,02641123
17,3	-93,42	11,9	-7,85042017	34,8504202	0,02869406	0,02469089
18	-97,2	12,6	-7,71428571	34,7142857	0,02880658	0,02244297



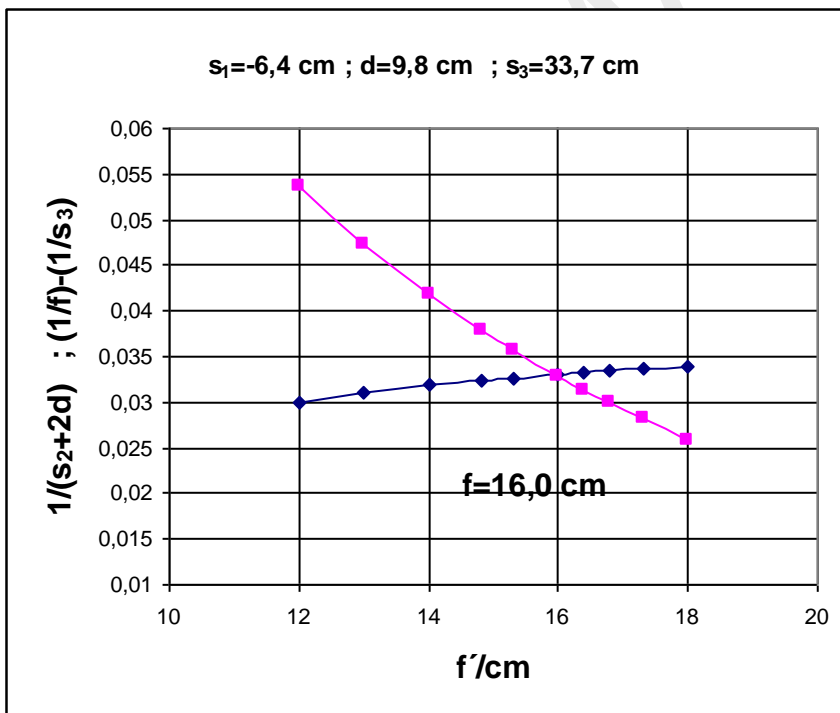
4

f/cm	s ₁ =-5,4 cm s ₁ *f	d=19,7 cm s ₁ +f	s ₃ =24,6 cm s ₂ =B/C	s ₂ +2d	1/E	1/f-1/s ₃
12	-64,8	6,6	-9,81818182	49,2181818	0,02031769	0,04268293
13	-70,2	7,6	-9,23684211	48,6368421	0,02056055	0,03627267
14	-75,6	8,6	-8,79069767	48,1906977	0,02075089	0,03077816
15	-81	9,6	-8,4375	47,8375	0,0209041	0,02601626
15,5	-83,7	10,1	-8,28712871	47,6871287	0,02097002	0,02386572
15,8	-85,32	10,4	-8,20384615	47,6038462	0,02100671	0,02264073
16,2	-87,48	10,8	-8,1	47,5	0,02105263	0,02107799
16,8	-90,72	11,4	-7,95789474	47,3578947	0,0211158	0,0188734
17,3	-93,42	11,9	-7,85042017	47,2504202	0,02116383	0,01715306
18	-97,2	12,6	-7,71428571	47,1142857	0,02122498	0,01490515



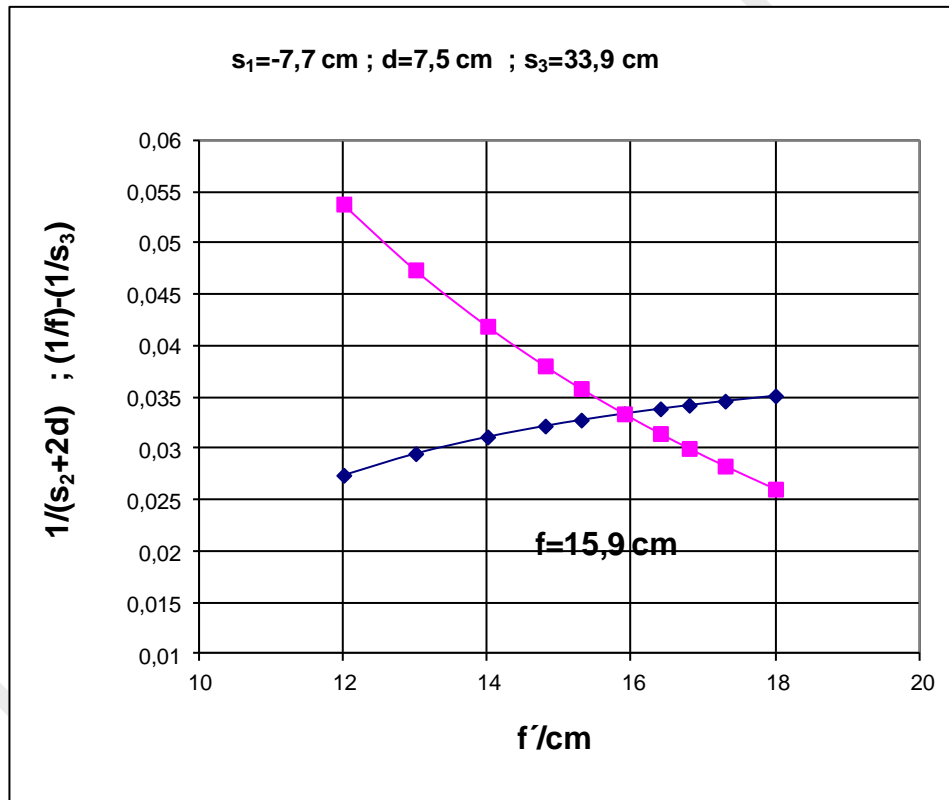
5

f/cm	s1=-6,4 cm s1*f	d=9,8 cm s1+f	s3=33,7 cm s2=B/C	s2+2d	1/E	1/f-1/s3
12	-76,8	5,6	-13,7142857	33,3142857	0,03001715	0,05365974
13	-83,2	6,6	-12,6060606	32,2060606	0,03105006	0,04724949
14	-89,6	7,6	-11,7894737	31,3894737	0,03185781	0,04175498
14,8	-94,72	8,4	-11,2761905	30,8761905	0,03238742	0,03789398
15,3	-97,92	8,9	-11,0022472	30,6022472	0,03267734	0,03568589
16	-102,4	9,6	-10,6666667	30,2666667	0,03303965	0,03282641
16,4	-104,96	10	-10,496	30,096	0,03322701	0,03130202
16,8	-107,52	10,4	-10,3384615	29,9384615	0,03340185	0,02985022
17,3	-110,72	10,9	-10,1577982	29,7577982	0,03360464	0,02812988
18	-115,2	11,6	-9,93103448	29,5310345	0,03386268	0,02588197

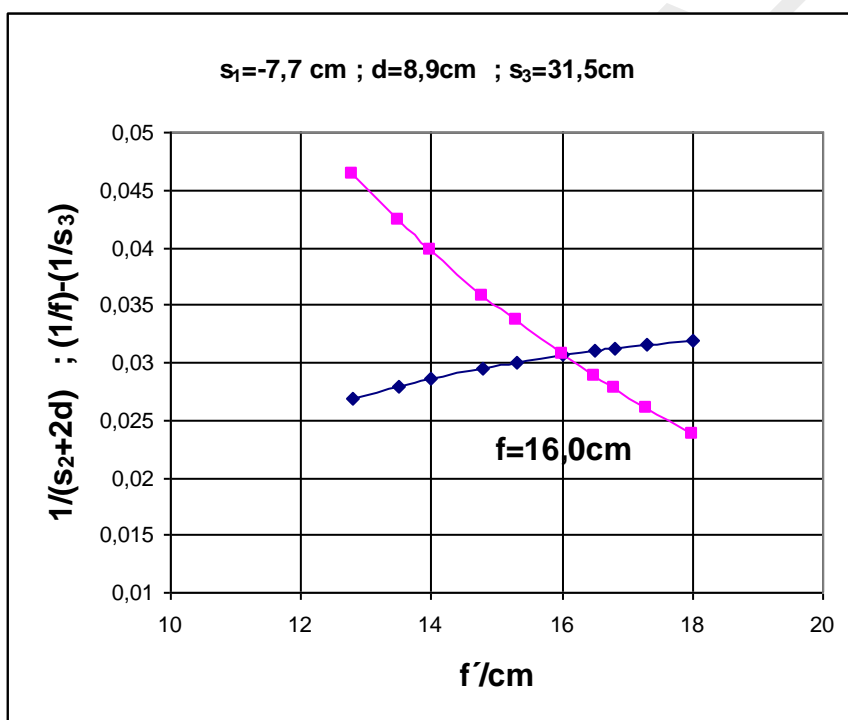


6

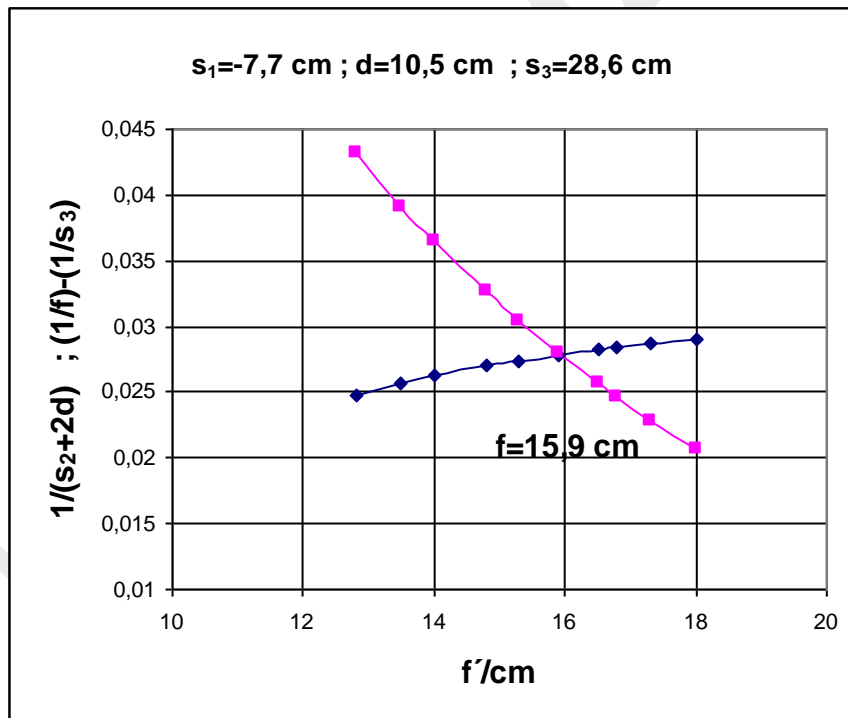
f/cm	s1=-7,7 cm s1*f	d=7,5 cm s1+f	s3=33,9 cm s2=B/C	s2+2d	1/E	1/f-1/s3
12	-92,4	4,3	-21,4883721	36,4883721	0,02740599	0,05383481
13	-100,1	5,3	-18,8867925	33,8867925	0,02951002	0,04742455
14	-107,8	6,3	-17,1111111	32,1111111	0,03114187	0,04193005
14,8	-113,96	7,1	-16,0507042	31,0507042	0,03220539	0,03806904
15,3	-117,81	7,6	-15,5013158	30,5013158	0,03278547	0,03586095
15,9	-122,43	8,2	-14,9304878	29,9304878	0,03341075	0,03339456
16,4	-126,28	8,7	-14,5149425	29,5149425	0,03388114	0,03147708
16,8	-129,36	9,1	-14,2153846	29,2153846	0,03422854	0,03002528
17,3	-133,21	9,6	-13,8760417	28,8760417	0,03463079	0,02830494
18	-138,6	10,3	-13,4563107	28,4563107	0,03514159	0,02605703



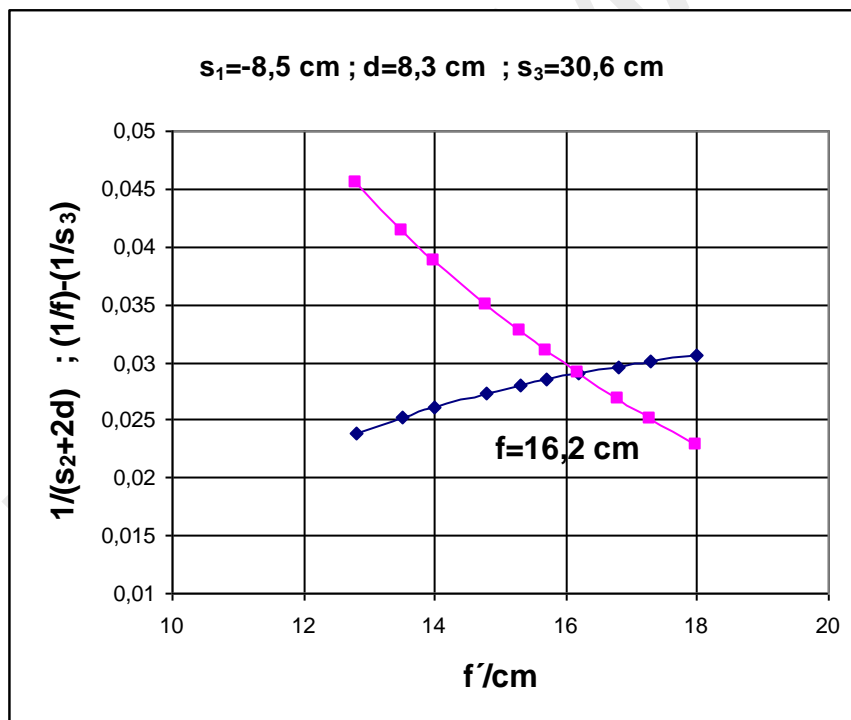
f/cm	s1=-7,7 cm	d=8,9 cm	s3=31,5 cm	s2=B/C	s2+2d	1/E	1/f-1/s3
12,8	-98,56	5,1	-19,3254902	37,1254902	0,02693567	0,04637897	
13,5	-103,95	5,8	-17,9224138	35,7224138	0,02799363	0,04232804	
14	-107,8	6,3	-17,1111111	34,9111111	0,02864418	0,03968254	
14,8	-113,96	7,1	-16,0507042	33,8507042	0,02954148	0,03582154	
15,3	-117,81	7,6	-15,5013158	33,3013158	0,03002884	0,03361345	
16	-123,2	8,3	-14,8433735	32,6433735	0,03063409	0,03075397	
16,5	-127,05	8,8	-14,4375	32,2375	0,03101978	0,02886003	
16,8	-129,36	9,1	-14,2153846	32,0153846	0,03123498	0,02777778	
17,3	-133,21	9,6	-13,8760417	31,6760417	0,0315696	0,02605744	
18	-138,6	10,3	-13,4563107	31,2563107	0,03199354	0,02380952	



f/cm	s ₁ =-7,7 cm s ₁ *f	d=10,5 cm s ₁ +f	s ₃ =28,6 cm s ₂ =B/C s ₂ +2d	1/E	1/f-1/s ₃	
12,8	-98,56	5,1	-19,3254902	40,3254902	0,02479821	0,04315997
13,5	-103,95	5,8	-17,9224138	38,9224138	0,02569214	0,03910904
14	-107,8	6,3	-17,1111111	38,1111111	0,02623907	0,03646354
14,8	-113,96	7,1	-16,0507042	37,0507042	0,02699004	0,03260253
15,3	-117,81	7,6	-15,5013158	36,5013158	0,02739627	0,03039444
15,9	-122,43	8,2	-14,9304878	35,9304878	0,02783152	0,02792805
16,5	-127,05	8,8	-14,4375	35,4375	0,02821869	0,02564103
16,8	-129,36	9,1	-14,2153846	35,2153846	0,02839668	0,02455877
17,3	-133,21	9,6	-13,8760417	34,8760417	0,02867298	0,02283843
18	-138,6	10,3	-13,4563107	34,4563107	0,02902226	0,02059052

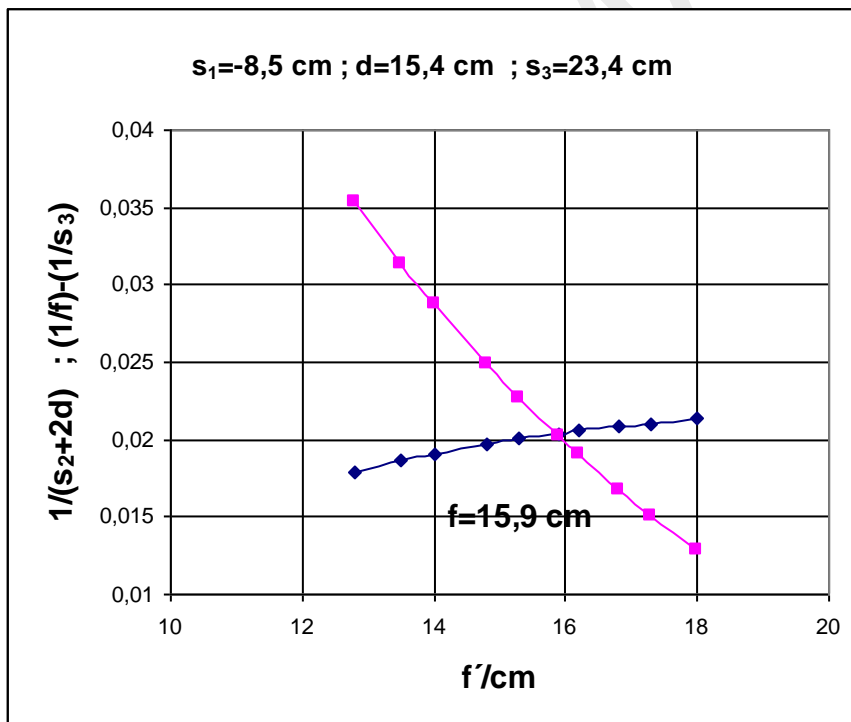


f/cm	s ₁ =8,5 cm s ₁ *f	d=8,3 cm s ₁ +f	s ₃ =30,6 cm s ₂ =B/C	s ₂ +2d	1/E	1/f-1/s ₃
12,8	-108,8	4,3	-25,3023256	41,9023256	0,02386502	0,04544526
13,5	-114,75	5	-22,95	39,55	0,02528445	0,04139434
14	-119	5,5	-21,6363636	38,2363636	0,02615311	0,03874883
14,8	-125,8	6,3	-19,968254	36,568254	0,02734612	0,03488783
15,3	-130,05	6,8	-19,125	35,725	0,0279916	0,03267974
15,7	-133,45	7,2	-18,5347222	35,1347222	0,02846187	0,03101453
16,2	-137,7	7,7	-17,8831169	34,4831169	0,0289997	0,02904866
16,8	-142,8	8,3	-17,2048193	33,8048193	0,02958158	0,02684407
17,3	-147,05	8,8	-16,7102273	33,3102273	0,03002081	0,02512373
18	-153	9,5	-16,1052632	32,7052632	0,03057612	0,02287582

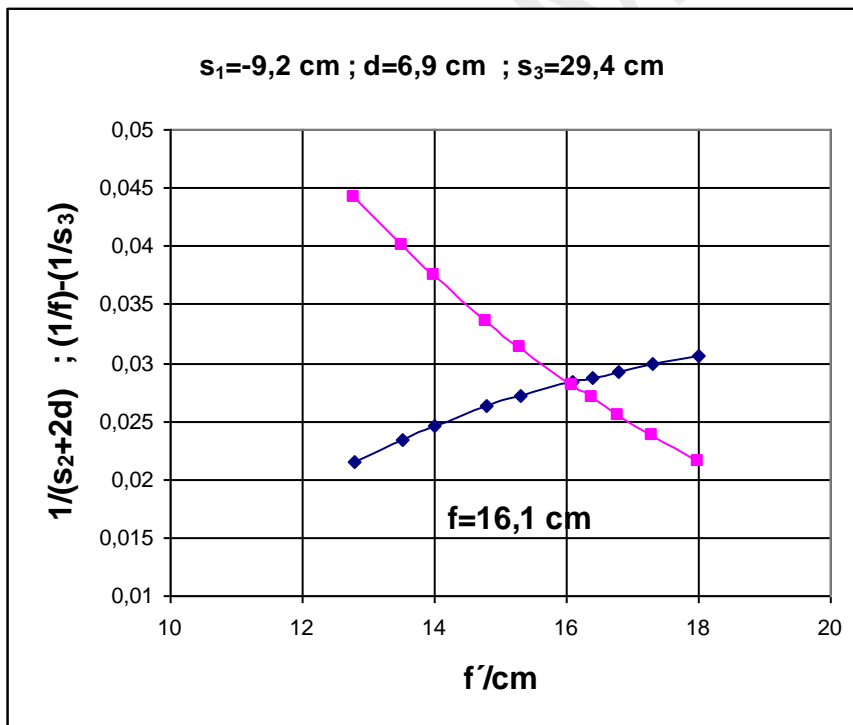


10

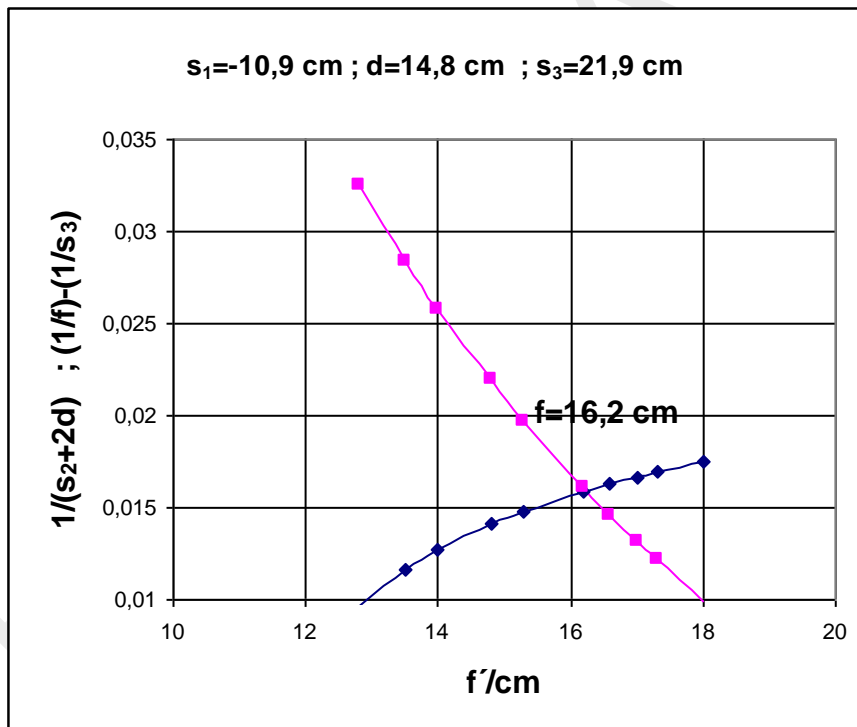
f/cm	s ₁ =8,5 cm	d=15,4 cm	s ₃ =23,4	1/f	
	s ₁ *f	s ₁ +f	s ₂ =B/C	s ₂ +2d	
12,8	-108,8	4,3	-25,3023256	56,1023256	
13,5	-114,75	5	-22,95	53,75	
14	-119	5,5	-21,6363636	52,4363636	
14,8	-125,8	6,3	-19,968254	50,768254	
15,3	-130,05	6,8	-19,125	49,925	
15,9	-135,15	7,4	-18,2635135	49,0635135	
16,2	-137,7	7,7	-17,8831169	48,6831169	
16,8	-142,8	8,3	-17,2048193	48,0048193	
17,3	-147,05	8,8	-16,7102273	47,5102273	
18	-153	9,5	-16,1052632	46,9052632	



f/cm	s1=-9,2 cm s1*f	d=6,9 cm s1+f	s3=29,4 cm s2=B/C	s2+2d	1/E	1/f-1/s3
12,8	-117,76	3,6	-32,71111111	46,51111111	0,02150024	0,04411139
13,5	-124,2	4,3	-28,8837209	42,6837209	0,02342814	0,04006047
14	-128,8	4,8	-26,83333333	40,63333333	0,02461034	0,03741497
14,8	-136,16	5,6	-24,3142857	38,1142857	0,02623688	0,03355396
15,3	-140,76	6,1	-23,0754098	36,8754098	0,02711834	0,03134587
16,1	-148,12	6,9	-21,4666667	35,2666667	0,02835539	0,0280982
16,4	-150,88	7,2	-20,9555556	34,7555556	0,02877238	0,026962
16,8	-154,56	7,6	-20,3368421	34,1368421	0,02929386	0,0255102
17,3	-159,16	8,1	-19,6493827	33,4493827	0,02989592	0,02378986
18	-165,6	8,8	-18,8181818	32,6181818	0,03065775	0,02154195



f/cm	s ₁ =-10,9 cm s ₁ *f	d=14,8 cm s ₁ +f	s ₃ =21,9 cm s ₂ =B/C	s ₂ +2d	1/E	1/f-1/s ₃
12,8	-139,52	1,9	-73,4315789	103,031579	0,00970576	0,0324629
13,5	-147,15	2,6	-56,5961538	86,1961538	0,01160145	0,02841197
14	-152,6	3,1	-49,2258065	78,8258065	0,0126862	0,02576647
14,8	-161,32	3,9	-41,3641026	70,9641026	0,01409163	0,02190547
15,3	-166,77	4,4	-37,9022727	67,5022727	0,01481432	0,01969738
16,2	-176,58	5,3	-33,3169811	62,9169811	0,01589396	0,01606629
16,6	-180,94	5,7	-31,7438596	61,3438596	0,01630155	0,01457886
17	-185,3	6,1	-30,3770492	59,9770492	0,01667304	0,01316143
17,3	-188,57	6,4	-29,4640625	59,0640625	0,01693077	0,01214137
18	-196,2	7,1	-27,6338028	57,2338028	0,01747219	0,00989346



Los resultados de la distancia focal obtenidos de las gráficas anteriores es:

s ₁ /cm	5,4	5,4	5,4	5,4	6,4	7,7	7,7	7,7	8,5	8,5	9,2	10,9
d/cm	9,8	10,1	13,5	19,7	9,8	7,5	8,9	10,5	8,3	15,4	6,9	14,8
s ₃ /cm	37,0	37,1	30,2	24,6	33,7	33,9	31,5	28,6	30,6	23,4	29,4	21,9
f'/cm	15,9	16,0	16,2	16,2	16,0	15,9	16,0	15,9	16,2	15,9	16,2	16,1

Una forma sencilla de estimar el error sería hallar el valor medio de las medidas y acompañar ese valor medio de un más menos que abarque al mayor y al menor valor de las medidas.

Valor medio de la distancia focal imagen

$$f_{\text{medio}} = \frac{4 \cdot 16,2 + 1 \cdot 16,1 + 3 \cdot 16,0 + 4 \cdot 15,9}{12} = 16,04 = 16,0 \text{ cm}$$

En nuestro caso el valor medio es 16,0 cm y la medida mayor 16,2 cm y la menor 15,9 cm

16,2-16,0=0,2 ; 15,9-16,0=-0,1. El resultado sería $f = 16,0 \pm 0,2 \text{ cm}$

Otra forma de calcular el valor de la distancia focal imagen con su incertidumbre, es dar el error cuadrático medio μ . Se calcula la media de los valores obtenidos y el correspondiente error y se aplica la fórmula en la que n es el número de medidas

$$\mu = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n-1}}$$

f/cm	15,9	16,0	16,2	16,2	16,0	15,9	16,0	15,9	16,2	15,9	16,2	16,1
Error, e	-0,2	0,00	+0,1	+0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	+0,1	-0,2	+0,1	0,00
e ²	4.10 ⁻²	0	1.10 ⁻²	1.10 ⁻²	1.10 ⁻⁴	4.10 ⁻²	1.10 ⁻²	4.10 ⁻²	1.10 ⁻²	4.10 ⁻²	1.10 ⁻²	0

$$\mu = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (4 \cdot 10^{-2}) + 6 \cdot (1 \cdot 10^{-2})}{11}} = 0,14$$

El valor medio de la distancia focal es $f' = 16,0 \pm 0,1 \text{ cm}$. Dado el valor de μ , para mayor seguridad se puede dar $f' = 16,0 \pm 0,2 \text{ cm}$