

PUNTERO LÁSER VERDE

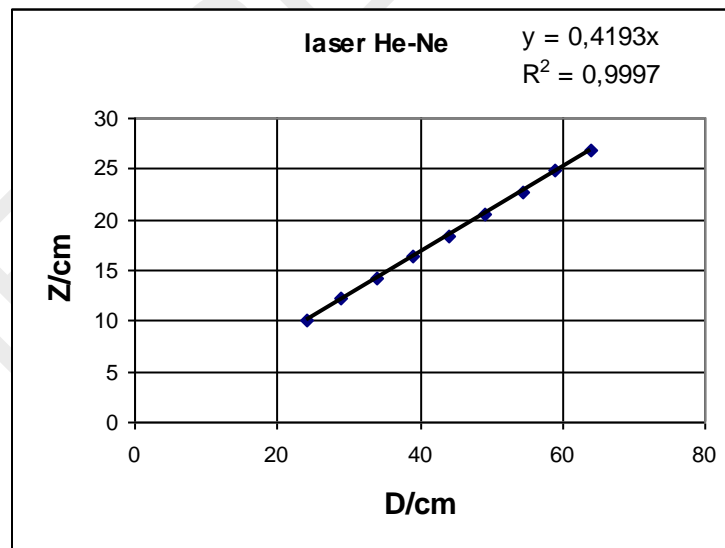
Solución

a) Para determinar las distancias utilizamos la fotografía tal como se observa para una de las medidas.

Los siguientes valores se han obtenido con una red de $N = 600$ líneas/mm (datos del fabricante)

Tabla I

ZZ/cm	D/cm	z/cm	Z/D
20,1	24	10,05	0,41875
24,3	29	12,15	0,41896552
28,4	34	14,2	0,41764706
32,9	39	16,45	0,42179487
36,9	44	18,45	0,41931818
41,1	49	20,55	0,41938776
45,2	54,4	22,6	0,41544118
49,7	59	24,85	0,42118644
53,8	64	26,9	0,4203125

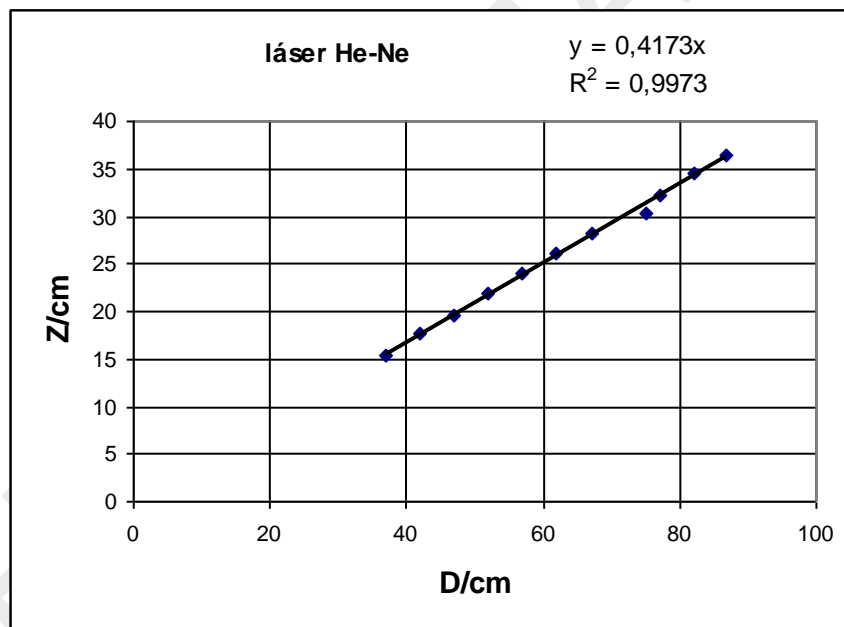


$$\text{tag } \alpha = 0,4193 \Rightarrow \text{sen } \alpha = 0,3867$$

Otra medida realizada con el láser He-Ne y la red anterior dio el siguiente resultado

Tabla II

D/cm	2Z/cm	Z/cm
37	15,45	7,725
42	17,75	8,875
47	19,6	9,8
52	21,8	10,9
57	23,9	11,95
62	26,05	13,025
67,1	28,15	14,075
75	30,25	15,125
77	32,2	16,1
82,1	34,45	17,225
86,7	36,35	18,175

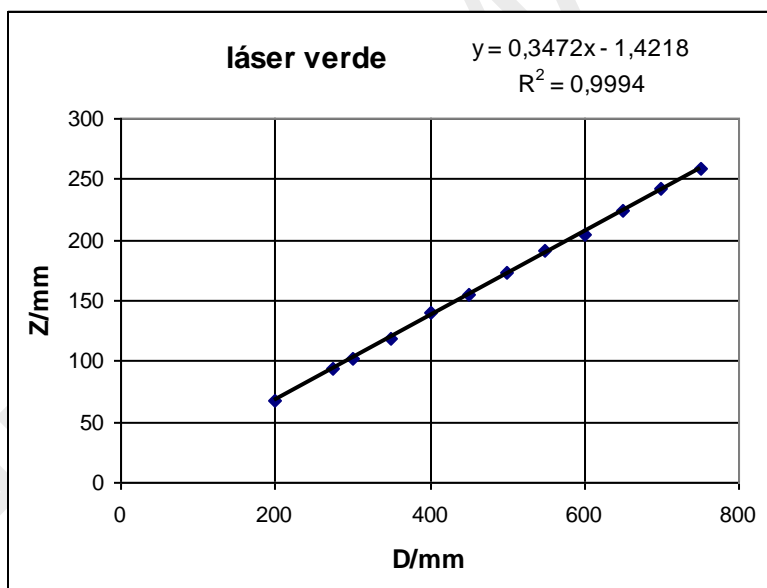


$$\text{tag } \alpha = 0,4173 \Rightarrow \text{sen } \alpha = 0,3851$$

$$\text{Valor medio del seno } \alpha = \frac{0,3867 + 0,3851}{2} = 0,3859$$

b) Con la misma red anterior (N= 600 líneas/mm) se determina la tangente de α_v verde.

2Z/mm	D/mm	Z/mm
136	200	68
188	275	94
203	300	101,5
237	350	118,5
280	400	140
310	450	155
345	500	172,5
384	550	192
409	600	204,5
449	650	224,5
484	700	242
516	750	258

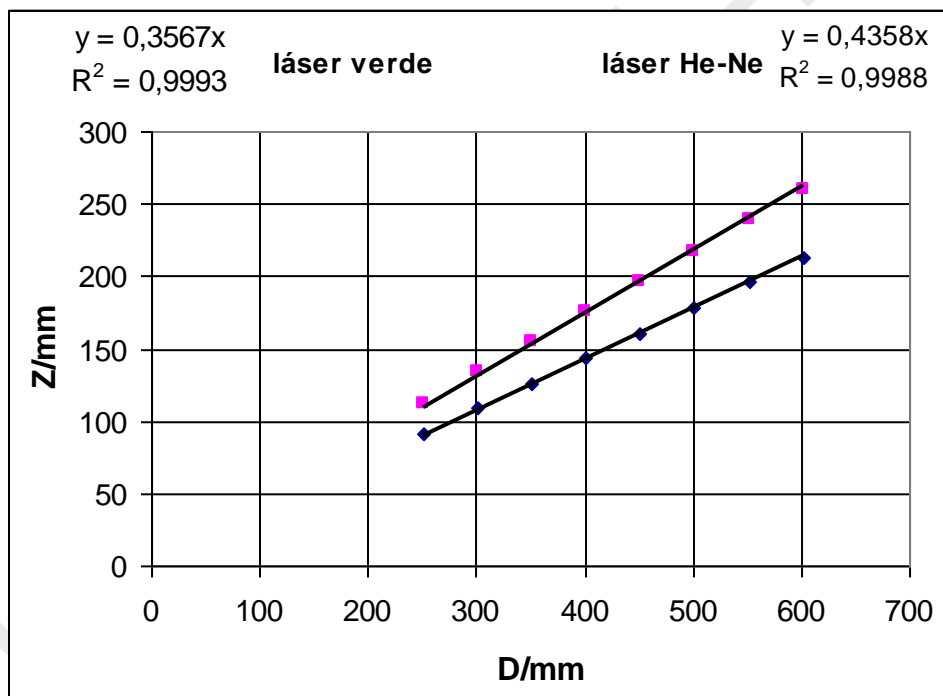


$$\text{tag } \alpha_v = 0,3472 \Rightarrow \text{sen } \alpha_v = 0,3279 \Rightarrow$$

$$\lambda_v = \lambda_{\text{He-Ne}} \frac{\text{sen } \alpha_v}{\text{sen } \alpha} = 632,8 \frac{0,3279}{0,3859} = 538 \text{ nm}$$

En otro experimento, se fijaron para D los mismos valores con los dos láseres y además con la finalidad de disminuir los errores se emplearon valores grandes para D.

D/mm	Z(He-Ne/mm)	Z verde /mm
601,4	260,5	213,5
551,4	238,5	196
501,4	217,5	178,5
451,4	197	161
401,4	176	143,5
351,4	155	125,5
301,4	133,5	109,5
251,4	112	91,5



$$\text{tag } \alpha = 0,4358 \Rightarrow \text{sen } \alpha = 0,3995$$

$$\text{tag } \alpha_v = 0,3567 \Rightarrow \text{sen } \alpha = 0,3360$$

$$\lambda_v = \lambda_{\text{He-Ne}} \frac{\text{sen } \alpha_v}{\text{sen } \alpha} = 632,8 \frac{0,3360}{0,3995} = 532 \text{ nm}$$

Empleando una red de 100 líneas /mm (datos del fabricante) Los resultados han sido para la longitud de onda del láser de luz verde

538 nm ; 539 nm ; 536 nm ; 537 nm

c) El valor de $2Z$ se obtiene midiendo en la fotografía las primeras manchas luminosas a derecha e izquierda del máximo principal. Se estima que en la lectura se comete en la localización del centro de la mancha una incertidumbre de 1 mm en cada medida, por consiguiente cada valor de $2Z$ va afectado de una incertidumbre de 2mm. La distancia D se mide con una regla y dos lecturas por lo que cada valor de D está afectado por una incertidumbre de 2 mm.

D/mm	Z (He-Ne)/mm	Z verde/mm
601 ± 2	261 ± 1	214 ± 1
551 ± 2	239 ± 1	191 ± 1
501 ± 2	218 ± 1	179 ± 1
451 ± 2	197 ± 1	161 ± 1
401 ± 2	176 ± 1	144 ± 1
351 ± 2	155 ± 1	126 ± 1
301 ± 2	134 ± 1	110 ± 1
251 ± 2	112 ± 1	92 ± 1

Cálculo de la $\tan \alpha$ con su posible error.

$$\tan \alpha = \frac{z}{D}$$

Tomando logaritmos neperianos $\ln \tan \alpha = \ln \left(\frac{z}{D} \right)$

Haciendo la diferencial logarítmica y tomando los diferenciales por incrementos:

$$\frac{\Delta \tan \alpha}{\tan \alpha} = \frac{\Delta z}{z} + \frac{\Delta D}{D}$$

Nótese que se toma signo más delante de $\frac{\Delta D}{D}$ pues los errores siempre se toman acumulativos.

$$\begin{aligned} \Delta \tan \alpha &= \left(\frac{\Delta z}{z} + \frac{\Delta D}{D} \right) \cdot \tan \alpha \\ \Delta \tan \alpha &= \left(\frac{1}{261} + \frac{2}{601} \right) \cdot 0,4342 = 3 \cdot 10^{-3} = 0,003 \\ \tan \alpha &= 0,434 \pm 0,003 \end{aligned}$$

Todos los demás valores que se calculan en la tabla se hacen por el mismo procedimiento

Error en D/mm	Error en Z (He-Ne)/mm	tag α
$\frac{2}{601} * 100 = 0,3\%$	$\frac{1}{261} * 100 = 0,4\%$	$\frac{261}{601} = 0,4342 ; 0,7\% \Rightarrow 0,434 \pm 0,003$
$\frac{2}{551} * 100 = 0,4\%$	$\frac{1}{239} * 100 = 0,4\%$	$\frac{239}{551} = 0,4338 ; 0,8\% \Rightarrow 0,434 \pm 0,003$
$\frac{2}{501} * 100 = 0,4\%$	$\frac{1}{218} * 100 = 0,5\%$	$\frac{218}{501} = 0,4351 ; 0,9\% \Rightarrow 0,435 \pm 0,004$
$\frac{2}{451} * 100 = 0,4\%$	$\frac{1}{197} * 100 = 0,5\%$	$\frac{197}{451} = 0,4368 ; 0,9\% \Rightarrow 0,437 \pm 0,004$
$\frac{2}{401} * 100 = 0,5\%$	$\frac{1}{176} * 100 = 0,6\%$	$\frac{176}{401} = 0,4389 ; 1,1\% \Rightarrow 0,439 \pm 0,005$
$\frac{2}{351} * 100 = 0,6\%$	$\frac{1}{155} * 100 = 0,6\%$	$\frac{155}{351} = 0,4416 ; 1,2\% \Rightarrow 0,442 \pm 0,005$
$\frac{2}{301} * 100 = 0,7\%$	$\frac{1}{134} * 100 = 0,7\%$	$\frac{134}{301} = 0,4452 ; 1,4\% \Rightarrow 0,445 \pm 0,006$
$\frac{2}{251} * 100 = 0,8\%$	$\frac{1}{112} * 100 = 0,9\%$	$\frac{112}{251} = 0,4462 ; 1,7\% \Rightarrow 0,446 \pm 0,008$

Prescindimos de los dos últimos valores que son los de mayor error.

Valor medio de la tag $\alpha = 0,437$

Valor medio de los errores 1,0 %

$$0,437 * \frac{1,0}{100} = 0,004 \Rightarrow \text{tag } \alpha = 0,437 \pm 0,004 \Rightarrow \text{sen } \alpha = 0,404 \quad \text{y} \quad \text{sen } \alpha = 0,397$$

$$\text{sen } \alpha = \frac{0,404 + 0,397}{2} = 0,401 \Rightarrow \text{sen } \alpha = \mathbf{0,401 \pm 0,004}$$

Cálculo de la $\text{tag } \alpha_v$ con su posible error.

Error en D/mm	Error en Z verde /mm	$\text{tag } \alpha_v$
$\frac{2}{601} * 100 = 0,3\%$	$\frac{1}{214} * 100 = 0,5\%$	$\frac{214}{601} = 0,3561 ; 0,8\% \Rightarrow 0,356 \pm 0,003$
$\frac{2}{551} * 100 = 0,4\%$	$\frac{1}{196} * 100 = 0,5\%$	$\frac{196}{551} = 0,3557 ; 0,9\% \Rightarrow 0,356 \pm 0,003$
$\frac{2}{501} * 100 = 0,4\%$	$\frac{1}{179} * 100 = 0,6\%$	$\frac{179}{501} = 0,3573 ; 1,0\% \Rightarrow 0,357 \pm 0,004$
$\frac{2}{451} * 100 = 0,5\%$	$\frac{1}{161} * 100 = 0,6\%$	$\frac{161}{451} = 0,3570 ; 1,1\% \Rightarrow 0,357 \pm 0,004$
$\frac{2}{401} * 100 = 0,5\%$	$\frac{1}{144} * 100 = 0,7\%$	$\frac{144}{401} = 0,3591 ; 1,2\% \Rightarrow 0,359 \pm 0,004$
$\frac{2}{351} * 100 = 0,6\%$	$\frac{1}{126} * 100 = 0,8\%$	$\frac{126}{351} = 0,3590 ; 1,4\% \Rightarrow 0,359 \pm 0,005$
$\frac{2}{301} * 100 = 0,7\%$	$\frac{1}{110} * 100 = 0,9\%$	$\frac{110}{301} = 0,3654 ; 1,6\% \Rightarrow 0,365 \pm 0,006$
$\frac{2}{251} * 100 = 0,8\%$	$\frac{1}{92} * 100 = 1,1\%$	$\frac{92}{251} = 0,3665 ; 1,9\% \Rightarrow 0,367 \pm 0,007$

Prescindimos de los dos últimos valores que son los de mayor error.

Valor medio de la $\text{tag } \alpha = 0,357$

Valor medio de los errores 1,1 %

$$0,357 * \frac{1,1}{100} = 0,004 \Rightarrow \text{tag } \alpha = 0,357 \pm 0,004 \Rightarrow \text{sen } \alpha = 0,340 \quad \text{y} \quad \text{sen } \alpha = 0,333$$

$$\text{sen } \alpha = \frac{0,340 + 0,333}{2} = 0,337 \Rightarrow \text{sen } \alpha = \mathbf{0,337 \pm 0,004}$$

$$\lambda_v = 632,8 \frac{0,337 \pm 0,004}{0,401 \pm 0,004} = \mathbf{532 \pm 11 \text{ nm}}$$