

Versuchsprotokoll O1 Dünne Linsen

This document to be found in teh internetz!

<https://github.com/jaseg/physik-einf-hrungspraktikum>

Sebastian Götte, 546408

Partner: Erik Lehmann, 546031

11-01-04

1 Auswertung

1.1 Brennweitenbestimmung mittels Abbildungsgleichung

$$f = \frac{1}{\frac{1}{g} + \frac{1}{b}} \quad (1)$$

Da unser Messwert b nicht von der Linse, sondern vom Gegenstand aus gemessen ist, lautet die Formel auf die Messdaten bezogen

$$f = \frac{1}{\frac{1}{g} + \frac{1}{b'-g}} \quad (2)$$

avg bezeichnet das arithmetische Mittel der berechneten Brennweiten.

Linse 4/1

Messfehler: +/- 0.05cm

$g=19.9$ $b=39.4$ $f=9.849$

$g=22.5$ $b=40.1$ $f=9.875$

$g=25.0$ $b=41.2$ $f=9.830$

$g=27.5$ $b=43.3$ $f=10.035$

$g=30.0$ $b=44.8$ $f=9.911$

$g=32.5$ $b=47.0$ $f=10.027$

Durchschnitt $f=9.921\text{cm}$

Messunsicherheit (fortgepflanzt) $u=0.022\text{cm}$

Linse 4/2

Messfehler: +/- 0.25cm

g=19.9 b=98.0 f=15.859
 g=25.0 b=70.0 f=16.071
 g=30.0 b=65.0 f=16.154
 g=35.0 b=65.5 f=16.298
 g=35.0 b=65.5 f=16.298
 g=40.0 b=67.5 f=16.296
 Durchschnitt f=16.163cm
 Messunsicherheit (fortgepflanzt) u=0.088cm
 Linse 4/3 ist eine Streulinse
 Linse 4/4
 Messfehler: +/- 0.25cm
 g=40.0 b=105.5 f=24.834
 g=42.5 b=102.0 f=24.792
 g=45.0 b=100.5 f=24.851
 g=47.5 b=100.0 f=24.938
 g=50.0 b=100.0 f=25.000
 g=55.0 b=101.0 f=25.050
 Durchschnitt f=24.911cm
 Messunsicherheit (fortgepflanzt) u=0.064cm

1.2 Brennweitenbestimmung nach Bessel

1.2.1 Sammellinsen

$$f = \frac{l^2 - e^2}{4l} \quad (3)$$

Die Messfehlerangaben bezeichnen fortan den Messfehler der Werte x1 und x2, nicht des We

Linse 4/4

Messfehler: +/- 0.25cm
 l=120.0 e=49.5 f=24.895
 l=120.0 e=50.0 f=24.792
 l=120.0 e=49.0 f=24.998
 l=120.0 e=49.5 f=24.895
 l=120.0 e=49.0 f=24.998
 Durchschnitt f=24.916cm
 Messunsicherheit (fortgepflanzt) u=0.214cm
 Linse 4/1
 Messfehler: +/- 0.05cm

l=50.0 e=23.2 f=9.809
l=50.0 e=23.1 f=9.832
l=50.0 e=23.2 f=9.809
l=50.0 e=23.0 f=9.855
l=50.0 e=23.2 f=9.809
Durchschnitt f=9.823cm
Messunsicherheit (fortgepflanzt) u=0.023cm
Linse 4/2
Messfehler: +/- 0.05cm
l=70.0 e=18.5 f=16.278
l=70.0 e=18.7 f=16.251
l=70.0 e=18.8 f=16.238
l=70.0 e=18.3 f=16.304
l=70.0 e=18.6 f=16.264
Durchschnitt f=16.267
Messunsicherheit (fortgepflanzt) u=0.024cm
Linse 4/3: Streulinse (kein Bild. s.o.)

1.2.2 Linsenkombinationen

System 4/1-4/2
Messfehler: +/- 0.05cm
l=35.0 e=18.3 f=6.358
l=35.0 e=18.0 f=6.436
l=35.0 e=18.0 f=6.436
l=35.0 e=18.0 f=6.436
l=35.0 e=18.0 f=6.436
Durchschnitt f=6.420cm
Messunsicherheit (fortgepflanzt) u=0.022cm
System 4/1-4/3
Messfehler: +/- 0.05cm
l=55.0 e=17.6 f=12.342
l=55.0 e=17.7 f=12.326
l=55.0 e=17.7 f=12.326
l=55.0 e=17.7 f=12.326
l=55.0 e=17.8 f=12.310
Durchschnitt f=12.326cm
Messunsicherheit (fortgepflanzt) u=0.024cm

System 4/1-4/4
 Messfehler: +/- 0.05cm
 l=30.0 e=5.7 f=7.229
 l=30.0 e=5.7 f=7.229
 l=30.0 e=5.8 f=7.220
 l=30.0 e=5.8 f=7.220
 l=30.0 e=5.8 f=7.220
 Durchschnitt f=7.223cm
 Messunsicherheit (fortgepflanzt) u=0.025cm

1.3 Aufgabe 4

$$f = \frac{1}{\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}} \quad (4)$$

$$f_1 = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{f_2}} \quad (5)$$

System 4/1-4/2
 f=6.1475664430 cm
 u_f=0.2176462696 cm
 System 4/1-4/4
 f=7.0952581323 cm
 u_f=0.7824410720 cm
 Linse 4/3:
 f=-50.8466720891 cm
 u_f=0.3825914648 cm

Die berechneten Brennweiten der Linsensysteme liegen beide innerhalb eines $3mm$ -Radius um die nach der Bessel-Methode gemessenen. Das liegt durchaus innerhalb der noch zu diskutierenden Toleranz.

1.4 Aufgabe 5

Die Bessel-Methode ist die genauere der beiden Messmethoden, da sich bei ihr eine Ungenauigkeit der Positionierung der Mittelebene der Linse bezogen auf einen Fixpunkt auf der Halterung der Linse, der zur Messung der Abstände als Referenz herangezogen (Ursprung eines Systematischen Fehlers) wird durch Subtraktion der beiden Messwerte aufgehoben wird.

2 Fehlerbetrachtung

2.1 Nebenrechnung zur Abbildungsgleichung

(%i1) eq: 1/(1/g+1/(b-g));

(%o1)

$$\frac{1}{\frac{1}{g} + \frac{1}{b-g}}$$

(%i2) diff(eq, g);

(%o2)

$$-\frac{(b-g)^2 \frac{1}{g^2} + (b-g)^2 \frac{1}{g^2}}{(b-g)^2 \frac{1}{g^2} + (b-g)^2 \frac{1}{g^2}}$$

(%i3) diff(eq, b);

(%o3)

$$\frac{1}{(b-g)^2 \frac{1}{g^2} + (b-g)^2 \frac{1}{g^2}}$$

(%i4)

2.2 Nebenrechnung zur Bessel-Gleichung

(%i1) eq: (1^2-e^2)/(4*1);

(%o1)

$$\frac{1^2 - e^2}{4 \cdot 1}$$

(%i2) diff(eq, 1);

(%o2)

$$-\frac{1^2 - e^2}{4 \cdot 1}$$

```

2      2
4 1

(%i3) diff(eq,e);

e
(%o3)  - ---
2 1

(%i4)

```

2.3 Nebenrechnung zu den Linsensystemen

```

(%i1) eq: f1=1/(1/f-1/f2);

1
(%o1)  f1 = ----
1 1
- - -
f f2

(%i2) diff(eq, f);

1
(%o2)  0 = ----
2 1 1 2
f (- - --)
f f2

(%i3) diff(eq, f2);

1
(%o3)  0 = - ----
1 1 2 2
(- - --) f2
f f2

(%i4)

```

3 Messdaten

<https://github.com/jaseg/physik-einf-hrungspraktikum/blob/master/o1/ergebnisse>

Fehler:

Ablesefehler

Ungenauigkeit der Instrumente (+/- 0.5cm)

Ungenauigkeit beim Einstellen des Bildes (wie angegeben)

Mondphase

Das Maßband lügt. (+ 8m)

A1

Linse 4/1

$g=19.9\text{cm}$

$b=39.4\text{cm}$

$g=22.5\text{cm}$

$b=40.1\text{cm}$

$g=25.0\text{cm}$

$b=41.2\text{cm}$

$g=27.5\text{cm}$

$b=43.3\text{cm}$

$g=30.0\text{cm}$

$b=44.8\text{cm}$

$g=32.5\text{cm}$

$b=47.0\text{cm}$

Linse 4/2

$g=19.9\text{cm}$

$b=98\text{cm}$

$g=25.0\text{cm}$

$b=70\text{cm}$

$g=30.0\text{cm}$

$b=65\text{cm}$

$g=35.0\text{cm}$

$b=65.5\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

$g=35.0\text{cm}$

$b=65.5\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

$g=40.0\text{cm}$

$b=67.5\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

Linse 4/3

Streulinse weil kein Bild.

Linse 4/4

$g=40.0\text{cm}$

$b=105.5 \pm 0.25\text{cm}$

$g=42.5\text{cm}$

$b=102.0\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

$g=45.0\text{cm}$

$b=100.5\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

$g=47.5\text{cm}$

$b=100.0 \pm 0.25\text{cm}$

$g=50.0\text{cm}$

$b=100.0 \pm 0.25\text{cm}$

$g=55.0\text{cm}$

$b=101.0\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

A2

Linse 4/4

Schirmposition $l=120.0\text{cm}$

$x_2=84.5\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

$x_1=35.0\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

$x_2=84.5\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

$x_1=34.5\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

$x_2=84.0\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

$x_1=35.0\text{cm} \pm 0.25\text{cm}$

x2=84.5cm +/- 0.25cm

x1=35.0cm +/- 0.25cm

x2=84.0cm +/- 0.25cm

x1=35.0cm +/- 0.25cm

Linse 4/1

Schirmposition l=50.0cm

x2=35.7cm

x1=12.5cm

x2=35.6cm

x1=12.5cm

x2=35.8cm

x1=12.6cm

x2=35.7cm

x1=12.7cm

x2=35.7cm

x1=12.5cm

Linse 4/2

Schirmposition l=70.0cm

x2=43.8cm

x1=25.3cm

x2=43.9cm

x1=25.2cm

x2=44.0cm

x1=25.2cm

x2=43.5cm

x1=25.2cm

x2=43.8cm

x1=25.2cm

Linse 4/3: Streulinse (kein Bild. s.o.)

A3

System 4/1-4/2

Schirmposition l=35.0cm

x2=26.5cm

x1=8.2cm

x2=26.3cm

x1=8.3cm

x2=26.4cm

x1=8.4cm

x2=26.3cm

x1=8.3cm

x2=26.4cm

x1=8.4cm

System 4/1-4/3

Schirmposition l=55.0cm

x2=35.6cm

x1=18.0cm

x2=35.8cm

x1=18.1cm

x2=35.7cm

x1=18.0cm

x2=35.7cm

x1=18.0cm

x2=35.7cm

x1=17.9cm

System 4/1-4/4

Schirmposition l=30.0cm

x2=17.4cm

x1=11.7cm

x2=17.5cm

x1=11.8cm

x2=17.6cm

x1=11.8cm

x2=17.5cm

x1=11.7cm

x2=17.5cm

x1=11.7cm